ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 OCTOBRE 1923.

PRÉSIDENCE DE M. ALBIN HALLER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

LITHOLOGIE. — *La notion de type doliomorphe en lithologie.* Note de M. **A. Lacroix**.

En cherchant à établir une classification des roches éruptives basée à la fois sur la composition minéralogique et sur la composition chimique dans le but de préciser les relations magmatiques et génétiques des roches entre elles, j'ai été conduit à demander la caractéristique des grandes divisions aux seuls minéraux dont la présence est spécifique d'une propriété chimique essentielle du magma, à ceux que je qualifie de *symptomatiques*.

Je prends, comme point de départ de la discussion d'une analyse de roche, la composition minéralogique théorique (*composition virtuelle*) que l'on obtient en suivant la marche de calcul employée dans la classification chimico-minéralogique ([1]); mais je ne considère le résultat de ce calcul que comme un instrument de travail destiné à la comparaison des roches entre elles. En général, il met bien en évidence les propriétés magmatiques et permet d'en déduire les conséquences minéralogiques, réalisées ou réalisables, qu'elles entraînent. La comparaison de la composition virtuelle ainsi obtenue et de la composition réelle de beaucoup de séries lithologiques montre, mieux que tout autre procédé, qu'à une composition chimique donnée *peuvent* correspondre des compositions minéralogiques réalisées différentes, et parfois même très différentes; j'ai proposé ([2]) de désigner

---

([1]) Cf. le résumé donné dans ma *Minéralogie de Madagascar*, t. 2, p. 221.

([2]) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 486, et t. 170, 1920, p. 23.

sous le nom de types *hétéromorphes* les uns des autres, ces formes minéralogiques différentes qu'un même magma peut fournir quand il se consolide sous des conditions variées. Leur considération est d'une grande importance pour l'établissement des relations génétiques de nombreuses roches éruptives de même structure et, *a fortiori*, des relations existant entre les roches grenues et les roches volcaniques microlitiques.

En cours de route, j'ai rencontré une autre notion que je me propose de définir dans cette Note. Il s'agit des cas où apparaissent des minéraux dans des associations, en apparence contradictoires de celles qui, en général, font considérer ces minéraux comme symptomatiques. J'appelle *doliomorphes* ces types lithologiques qui, au point de vue chimique, ne sont point ce que pourrait faire supposer, de prime abord, leur composition minéralogique. En voici quelques exemples (1) :

Le quartz est parmi les minéraux qui sont considérés comme les plus symptomatiques; dans le langage lithologique courant, les expressions de roches quartzifères, de roches à silice libre, de roches acides, sont regardées comme synonymes. Je veux montrer que cette équivalence n'est pas toujours légitime.

J'ai trouvé à Madagascar une roche filonienne lamprophyrique, ayant les caractères extérieurs d'une minette; de grandes lames de biotite se détachent sur un fond noirâtre, essentiellement constitué par de la biotite et du quartz, avec un peu de hornblende. Cette roche, dépourvue de feldspath, que j'ai appelée *antsohite* et dont les paramètres magmatiques sont III.5.3.(2)3 n'a pas de place dans une classification purement minéralogique; sa composition exceptionnelle s'explique par l'abondance de la biotite, la formation de cet orthosilicate n'a consommé qu'une partie de la silice du magma dont le reste a pu alors cristalliser sous forme de quartz, le dernier minéral consolidé. L'équation suivante, réduite à l'essentiel, permet de comprendre la différence existant entre la composition virtuelle (représentée par le premier terme) et la composition réelle :

$$\underset{\text{Orthose.}}{2\,Si^3O^8AlK} + \underset{\text{Pyroxène.}}{2\,SiO^3(Mg, Fe)} = \underset{\text{Biotite.}}{Si^8O^{12}Al^2(Mg, Fe)^2K^2} + \underset{\text{Quartz.}}{5\,SiO^2}.$$

C'est de la même façon qu'il y a lieu d'interpréter la *vaugnérite* de Fournet que nous avons jadis, Michel Lévy et moi, inexactement définie comme un

(1) Les analyses des roches dont il est question dans cette Note peuvent être trouvées dans les tomes II et III de ma *Minéralogie de Madagascar*, ou dans *Chemical analysis of Igneous Rocks*, de M. H. S. Washington, 1917.

granite à plagioclase surmicacé et dont, en dépit de la richesse en quartz exprimé, la silice virtuelle est en réalité saturée ou même légèrement déficitaire. Les paramètres magmatiques de cette roche sont III.5.3.2'.

Les deux types doliomorphes antsohite et vaugnérite sont respectivement des formes hétéromorphes de syénite et de monzonite à pyroxène.

La même interprétation doit être donnée au cas assez fréquent des basaltes doléritiques, intrusifs ou filoniens à structure intersertale et des gabbros possédant la même structure (diabases de beaucoup d'auteurs), à silice saturée ou déficitaire, renfermant dans leurs espaces intersertaux du quartz microgrenu ou associé micropegmatiquement à l'orthose. Dans ces roches, la production du quartz est expliquée par l'équation

$$\underset{\text{Hypersthène.}}{2SiO^3(Mg, Fe)} = \underset{\text{Péridot.}}{SiO^4(Mg, Fe)^2} + \underset{\text{Quartz.}}{SiO^2}.$$

Cette même égalité permet de comprendre la cause de l'existence de l'olivine dans les laves riches en quartz (rhyolites, pantellérites, dacites, sakalavites) et dans des basaltes à silice exactement saturée : dans ces laves semicristallines, la silice libre reste à l'état potentiel dans le verre. La fréquence de ces cas est telle que, malgré l'importance que lui donnent encore dans la classification la plupart des lithologistes, le péridot ne saurait être considéré comme un minéral symptomatique et je ne lui reconnais aucune importance pour la spécification des basaltes ([1]).

Dans tous les cas qui viennent d'être considérés, je qualifie de *réactionnels* les minéraux, tels que le quartz, l'olivine, dont la présence détermine le caractère doliomorphe, par opposition au quartz, à l'olivine *normaux* qui, dans d'autres roches, peuvent être prévus par le calcul de la composition virtuelle de celles-ci.

([1]) Dès 1898, j'ai émis cette opinion (*Bull. Muséum hist. nat.*, n° 8, p. 396), mais en me basant sur une observation d'un autre ordre. L'étude des matériaux des *forts vitrifiés* du Camp de Péran (Côtes-du-Nord) m'a permis de constater que des diabases dépourvues de péridot donnent, à la suite de leur fusion et de leur recristallisation, une roche microlitique formée d'*olivine*, d'augite et de plagioclase. Dans ce cas, et dans un grand nombre de basaltes naturels, la production du péridot dépend donc non d'une composition chimique spéciale du magma, mais des conditions physiques de la cristallisation de celui-ci.

Depuis lors, MM. Bowen et Andersen ont précisé certaines des conditions de formation du péridot, à l'aide d'expériences qui avaient pour but d'étudier celle de l'enstatite (*Amer. J. of. Sc.*, t. 37, 1914, p. 487).

Un verre ayant la composition du SiO^3Mg donne, par recuit à haute température,

Un cas en quelque sorte symétrique du précédent est celui fourni par les *basaltes analcimiques*. La caractéristique de la composition virtuelle des magmas présentant un déficit notable de silice réside dans la présence de feldspathoïdes [1]; la néphéline et la leucite sont donc des minéraux symptomatiques. Depuis quelques années, ont été décrites des laves renfermant l'analcime comme élément essentiel, non plus à l'état secondaire [2], mais sous forme de minéral primordial. Or l'analcime peut être considérée comme une leucite sodique renfermant 1 molécule d'eau zéolitique $[(SiO^3)^2AlNa.H^2O)$. On doit donc s'attendre à la voir apparaître, à la façon d'un feldspathoïde, dans des roches à silice déficitaire. Tel est en effet le cas le plus général, celui des laves de Kidlaw (E. Lothian, Écosse), de Scano, de Bonorva en Sardaigne, de Creeple Creek dans le Colorado, etc.; leurs paramètres magmatiques sont : II.6.2.4 ou III.6.2.4, ce sont donc des *téphrites* ou des *basanites analcimiques*.

---

des cristaux de forstérite (SiO^4Mg^2) et un verre de quartz qui, par recuit à une température moins élevée, réagit sur l'orthosilicate et produit la clinoenstatite. Cette expérience, étendue aux magmas naturels, permet de comprendre la persistance du péridot formé à haute température dans de telles conditions quand le refroidissement a été rapide, alors que ce minéral est corrodé, puis disparaît lorsque le refroidissement a été suffisamment lent. L'existence d'un péridot dans une lave n'indique donc pas nécessairement un déficit de silice sur la quantité nécessaire pour former des métasilicates et de plus, quand ce déficit existe réellement, la teneur en olivine n'en donne pas la mesure.

Cette dernière proposition trouve sa démonstration dans le basalte de Maillargues (Cantal) qui est riche en olivine exprimée, alors que le calcul de sa composition virtuelle n'en fournit que 4 pour 100 qui sont accompagnés de 16 pour 100 de métasilicates de fer et de magnésie (non exprimés). M. H.-S. Washington a rencontré récemment des cas analogues dans les laves de Hawaï.

(1) Les magmas *à silice déficitaire* sont ceux dans lesquels la teneur en silice est insuffisante pour que toute la magnésie et la portion de l'oxyde ferreux n'entrant pas dans les minerais puissent être calculées sous forme de métasilicates. Suivant l'importance de ce déficit, le calcul fait apparaître des orthosilicates alcalinoterreux ou des feldspathoïdes ou bien ces deux catégories de minéraux. Je préfère l'expression de roches à silice déficitaire à celle de roches à silice sursaturée, car elle met mieux en relief la particularité minéralogique qu'il s'agit d'expliquer. C'est le cas inverse de la silice en excès.

(2) Dans le cas d'analcime secondaire, celle-ci constitue souvent une pseudomorphose directe de la leucite qui possède la même forme géométrique, une pseudomorphose par hydratation et substitution de la soude à la potasse. J'ai décrit une transformation de ce genre dans les laves leucitiques de Trébizonde (*Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 637).

Mais il existe, d'autre part, des laves analcimiques dans quoi le calcul ne met en évidence aucun feldspathoïde [Monte Columbargia (Monte Ferru), en Sardaigne; Dobernberg près Tetschen en Bohême, etc.]. La formule magmatique de l'ensemble de ces roches est $III.5.\begin{Bmatrix}2\\3\\4\end{Bmatrix}.\begin{Bmatrix}4\\5\end{Bmatrix}$. La production d'analcime peut s'expliquer par ce fait qu'une partie de l'olivine virtuelle n'est pas exprimée et a été remplacée par du pyroxène, accompagné d'un plagioclase plus riche en anorthite que les feldspaths calculés. L'équation suivante met en évidence le contraste existant entre la composition virtuelle et la composition exprimée :

$$\underset{\text{Péridot.}}{SiO^4(Mg, Fe)^2} + \underset{\text{Albite.}}{2Si^3O^8AlNa} + H^2O$$
$$= \underset{\text{Pyroxène (1).}}{2SiO^3(Mg, Fe)} + \underset{\text{Albite.}}{Si^3O^8AlNa} + \underset{\text{Analcime.}}{(SiO^3)^2AlNa.H^2O}.$$

L'analcime d'une telle roche, que j'appelle *basalte analcimique*, est donc réactionnelle et cette lave est hétéromorphe d'un basalte à olivine normale.

Il serait facile de citer d'autres roches doliomorphes, mais les exemples qui viennent d'être donnés sont suffisants pour mettre en relief l'importance de la notion qui fait l'objet de cette Note. Dans ma classification, je range les types doliomorphes, non pas avec les roches de même composition minéralogique qualitative, mais à la suite de celles ayant la même composition chimique, de celles dont elles sont les hétéromorphes; dans bien des cas il est opportun, pour éviter les confusions, de les désigner sous un nom distinct univoque (antsohite, vaugnérite).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Radiochimie de la fluorescence* (suite). Note de M. Jean Perrin.

De nouvelles mesures me permettent d'apporter quelques compléments aux résultats donnés dans ma dernière Note ([2]) au sujet de l'influence de la température sur les réactions photochimiques (§ V et VII).

J'ai étudié jusqu'à 81° la disparition du « bleu de méthylène nouveau » sous l'action de la lumière dans la glycérine privée d'air. Le coefficient thermique entre 19° et 81° est 1,6 correspondant à une valeur 9.10^{13} pour

([1]) Ce métasilicate entre dans la constitution de l'augite.

([2]) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 612.

la fréquence de la lumière $\mathcal{L}_1$ infrarouge qui peut agir sur la glycérine (¹) (§ IV).

Dans un éclairement constant, au-dessous d'une teneur du cinquante-millième, la disparition obéit à la loi d'action de masse, tant à 19° qu'à 81°. En d'autres termes, pour ces dilutions, la concentration en « bleu critique » reste proportionnelle à la concentration en « bleu non modifié » (§ III).

J'ai dit que le « bleu fluorescent » est plus résistant que le bleu de méthylène nouveau. De façon plus précise, il disparaît environ 1200 fois plus lentement dans la glycérine, pour le même éclairement, et la même température. Son coefficient thermique est pourtant à peu près le même (peut-être exactement le même). Il réagirait donc sur la même sorte M_1 de glycérine critique, produite soit par la lumière infrarouge de fréquence 9.10^{13}, soit par chocs moléculaires équivalents. Il y aurait lieu de voir si en effet la glycérine a une bande d'absorption aux environs de $3^{\mu},75$.

J'ai observé (VII) que si une molécule critique produite par une radiation extérieure réagit directement sur une molécule non critique, cette réaction sera insensible aux variations de température.

Tel semble le cas pour l'uranine (fluorescéinate de sodium) dont la structure diffère profondément de celles (analogues entre elles) du bleu fluorescent et du bleu de méthylène nouveau. Une élévation de température de 60° reste sans influence.

J'ai repris les mesures (toujours en solution glycérique privée d'air) pour l'éosine pure (tétrabromofluorescéinate de sodium). Dans un éclairement donné, la vitesse de disparition reste la même, à quelques centièmes près, quand la température passe de 15° à 105°. Pour cet intervalle de 90°, la vitesse de disparition du bleu de méthylène nouveau serait multipliée par environ 33.

Deux types intéressants de réactions bimoléculaires semblent ainsi caractérisés.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la session tenue à Paris du Conseil international pour l'exploration de la mer.* Note de M. L. **Joubin**.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé des travaux du Comité international pour l'exploration de la mer, qui s'est réuni à Paris,

(¹) L'intervalle 19°-45° m'avait donné 1,5 (donc ν_1 égal à 8.10^{13}) et non 1,3 comme je l'ai écrit par suite d'une erreur que je tiens à rectifier tout de suite.

du 1er au 6 octobre 1923, en exécution de l'invitation qui avait été formulée l'année précédente par le Gouvernement français.

Ce Conseil, dont le siège est à Copenhague, est composé de délégués et d'experts nommés par les divers États participants. La France a adhéré en 1920 à ce Conseil créé en 1893, et dont les travaux sont répartis entre divers comités qui ont plus particulièrement abordé, à la réunion de Paris, les questions que je vais indiquer. La session s'est tenue à l'Institut océanographique que le regretté Prince Albert de Monaco avait, quelques jours avant sa mort, mis à la disposition du Conseil.

Le Conseil est présidé par M. Maurice, secrétaire des Pêcheries de Grande-Bretagne; la délégation française est présidée par M. Théodore Tissier, président de section au Conseil d'État; elle comprend M. Joubin, comme commissaire du Gouvernement, M. Lecourbe, M. Roule et M. Le Danois, comme délégués et experts.

Le *Comité hydrographique* a groupé les résultats obtenus dans le courant de 1922 par les navires des différents pays, tant au point de vue des températures que des salinités. Il entreprend d'autre part de nouvelles études sur les courants profonds, à l'aide d'instruments suspendus à des bouées sous-marines, ainsi que des recherches spéciales sur les quantités d'oxygène dissous dans l'eau.

Le *Comité du plankton* ayant, dans les années précédentes, établi un filet-type pour la récolte quantitative des échantillons, a décidé de commencer un travail d'ensemble sur les variations des organismes pélagiques tant au point de vue purement scientifique qu'au point de vue spécial de la nourriture du hareng.

Le *Comité limnologique* a continué ses études sur les Salmonides, les Aloses et les Esturgeons.

Le *Comité du Hareng* a soutenu d'importantes discussions en vue d'établir une méthode définitive dans la question importante de l'étude des écailles de ce poisson en vue de préciser son âge et ses différentes races.

Le *Comité de la Plie* a pour ainsi dire terminé l'année dernière l'étude détaillée des stocks de plies habitant en mer du Nord. Cette étude a permis d'arriver à formuler des conclusions suffisamment pratiques pour que soit décidée cette année, d'après un programme établi, la réunion d'une commission internationale en vue d'arrêter une législation appropriée en 1924.

Le *Comité de la Morue et de l'Églefin* continue des recherches précises sur la biologie de ces deux poissons.

Un grand effort a été fait par le *Comité statistique*, en vue d'arriver à une

délimitation rationnelle des régions de pêche et l'établissement de statistiques détaillées internationales susceptibles de fournir des renseignements à la fois aux armateurs et aux naturalistes.

A côté de ces comités qui s'occupent de questions spéciales, il en existe d'autres qui étudient l'ensemble des problèmes pour une région donnée. L'un deux est le *Comité baltique* qui étudie cette mer. Un autre porte le nom de *Comité du Plateau continental atlantique*.

Il a été créé à la demande de la France dès notre entrée dans le Conseil international. Sa zone d'études s'étend de Rockall à Gibraltar : c'est dans cette zone que nous travaillons en connexion avec les Portugais, les Anglais et les Irlandais, depuis plusieurs années. Un accord avec la Marine nationale nous a permis, depuis trois ans, d'y faire des études régulières sur les conditions hydrologiques de la région située au large d'Ouessant. De plus, le navire de l'Office scientifique et technique des Pêches maritimes a fourni à ce Comité de très importants résultats sur les conditions physiques de la mer et la biologie marine dans la région qui forme sa zone d'étude.

Plusieurs des travaux ainsi effectués out fait l'objet de Notes présentées à l'Académie (Hydrologie des eaux atlantiques — Biologie du Thon blanc — Cartes des massifs coralliens, etc.). Ce Comité publie un rapport spécial dans les publications du Conseil international.

C'est en voyant le travail utile fait par le Comité que le Conseil a décidé, à cette dernière réunion, la création d'un *Comité de l'Atlantique septentrional*, dont le secteur de recherches, situé au nord de Rockall, comprendra principalement l'Islande et les Iles Féroë.

La France est représentée dans ce Comité de nouvelle création et espère se servir du stationnaire de la Marine nationale qui va chaque année en Islande pour contribuer aux recherches nouvellement entreprises. On n'ignore pas que notre pays ne saurait se désintéresser des problèmes qui concernent la biologie, et, par suite, la pêche de la morue sur ces côtes.

Dans une réunion spéciale du Congrès de Paris, le professeur O. Petterson (Suède) a demandé que le Conseil international veuille bien recommander à l'attention bienveillante des Gouvernements et des Institutions scientifiques, un projet de grand voyage océanographique autour du monde. Le Conseil se bornera du reste à fournir aux auteurs de ce vaste plan son appui moral, car ni son rôle ni ses ressources ne lui permettent de leur fournir une aide matérielle et effective.

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les dernières décisions prises à la réunion de Paris par le Conseil international pour l'exploration de la mer.

J'ai tenu à marquer l'intérêt que la France apporte aux recherches internationales et particulièrement aux études atlantiques. Non seulement nous dirigeons les travaux du Plateau continental atlantique dont nous avons parlé, mais de même de l'autre côté de cet océan, depuis deux ans un de mes collaborateurs, M. Le Danois, a fait des recherches sur le Banc de Terre-Neuve et représente, depuis cette année, notre pays dans le Comité des Recherches marines de l'Amérique du Nord.

Enfin n'oublions pas que la France tient un rôle important dans la Commission atlantique de l'Union internationale des Recherches et dans la Commission de la Méditerranée, dans laquelle je représente notre Gouvernement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la méthylhepténone naturelle.* Note de MM. **V. Grignard**, **J. Dœuvre** et **R. Escourrou.**

Les recherches synthétiques entreprises par deux d'entre nous ([1]) en partant de la méthylhepténone naturelle, nous ont conduits à revenir, une fois de plus, sur la constitution de cette importante cétone.

Les synthèses de Barbier et Bouveault ([2]), puis de Verley ([3]), avaient conduit à une cétone qui paraissait identique à celle obtenue par Wallach ([4]) en distillant l'anhydride cinéolique et à celle préparée par Verley (*loc. cit.*) en hydrolysant le citral par le carbonate de potasse à 10 pour 100, à l'ébullition. Après de sérieuses controverses, on la considéra comme la méthyl-2 hepténone-2-6.

Cependant, en 1919, Verley ([5]) émit des doutes sur la constitution qu'il avait contribué à établir. Par hydrolyse du citral au moyen de soude à 1 pour 100, il annonça avoir obtenu une cétone bouillant à 168° et constituée essentiellement par la méthyl-2 hepténone-1-6. D'après ce savant, ce serait cette forme (α) qui existerait à l'état naturel et son enchaînement se retrouverait dans le citral, le géraniol et le citronellol. Mais sous des influences diverses, et en particulier sous l'action de SO^4H^2, elle s'isomériserait dans l'autre forme (β) qui est celle d'hydrolyse et de synthèse. Et cette isomérisation, plus ou moins complète, expliquerait la confusion qui a régné jusqu'à présent.

La thèse soutenue avait trop d'importance pour qu'il ne nous parût pas nécessaire de l'examiner à nouveau.

([1]) V. Grignard et R. Escourrou, *Comptes rendus*, 1923, t. 176, p. 1860; t. 177, p. 93.

([2]) *Comptes rendus*, 1896, t. 122, p. 1422.

([3]) *Bull.*, 1897, p. 175.

([4]) *Lieb. Ann.*, 1890, t. 258, p. 333.

([5]) *Bull.*, 1919, p. 68.

La plupart des procédés d'oxydation utilisés antérieurement pour déterminer la place de la double liaison, pouvant provoquer l'isomérisation, nous avons préféré recourir à l'ozonisation dont les belles recherches de Harries et de ses élèves ont démontré toute la valeur pour la détermination des constitutions.

On voit immédiatement que les produits utilisables pour la caractérisation des deux formes sont : pour la forme α, HCHO et ses produits d'oxydation, HCO^2H et CO^2; pour la forme β, $CH^3—CO—CH^3$. L'étude qualitative de l'ozonisation nous avait déjà révélé d'ailleurs, dans tous les cas, l'existence simultanée des deux formes.

Nous avons donc soumis à l'action de l'ozone des méthylhepténones d'origines diverses (¹) :

1° et 2° Obtenues par hydrolyse du citral, soit avec le carbonate de potasse à 10 pour 100, soit avec la soude à 1 pour 100.

3° et 4° Extraites par distillation fractionnée, dans le vide, soit de l'essence de lemon-grass, soit de résidus de préparation de la pseudo-ionone.

Dans les deux premiers cas, la cétone bouillait à 173°-174° (corr.) sous 760^{mm}. Dans les troisième et quatrième cas, certains échantillons possédaient l'activité optique et ils pouvaient toujours être suspectés de contenir des terpènes, actifs ou non, inséparables par distillation, et dont la présence aurait rendu illusoires les conclusions à tirer de l'ozonisation.

Pour réaliser la séparation des terpènes, nous avons pensé qu'il serait possible de faire réagir sur ces méthylhepténones des organomagnésiens, sans modifier la position de la double liaison (²). Nous obtenons ainsi des alcools bouillant notablement plus haut que les terpènes, donc faciles à purifier, et tout aussi capables de révéler l'existence des formes α et β.

L'étude quantitative de l'ozonisation a présenté d'assez grosses difficultés, et ce n'est qu'après de longues recherches que nous avons pu instituer une méthode permettant de doser, dans des conditions satisfaisantes, les produits qui nous intéressent spécialement, à côté des autres produits d'oxydation, en particulier de l'aldéhyde et de l'acide lévuliques et du diacétylpropane.

Nous ne pouvons entrer ici dans une étude détaillée de nos essais. Disons seulement que nous avons dû renoncer à préparer l'ozonide anhydre dans

(¹) Les matières premières nous ont été gracieusement fournies par les établissements Bernard-Escoffier, de Grasse et Lyon, que nous sommes heureux de remercier ici.

(²) Nous nous préoccupons d'en faire la preuve expérimentale.

le CCl^4, en raison de phénomènes d'entraînement des produits de destruction partielle et aussi de la production de peroxyde d'acétone, très volatil et impossible à rassembler complètement.

Il nous a paru préférable d'opérer en liqueur homogène hydro-acétique (10^{cm^3} d'acide, 2^{cm^3} d'eau, pour 3^g à 4^g de méthylhepténone). Le ballon-laboratoire était suivi de trois barboteurs à eau et d'un dernier contenant de la baryte titrée. Grâce à la solubilité de l'acide acétique, l'absorption des produits entraînés avec lui est facile. De plus nous n'avons pas constaté, dans ces conditions, la formation de peroxyde d'acétone. D'autre part, l'eau oxygénée résultant de l'hydrolyse immédiate de l'ozonide, oxyde plus ou moins complètement les aldéhydes en présence et peut même détruire un peu d'acide formique en dégageant CO^2.

Voici, sommairement, comment l'on procède pour l'analyse :

En général l'aldéhyde et l'acide formiques sont arrêtés, en totalité, dans le premier barboteur; l'acétone passe, en petite quantité, dans le deuxième. On réunit les contenus du ballon-laboratoire et du premier barboteur et on dilue à 100^{cm^3} exactement. On en prélève 20^{cm^3} pour le dosage de l'acide formique, 2^{cm^3} pour celui du formaldéhyde et l'on soumet le reste à la distillation avec une petite colonne pour séparer l'acétone qui sera dosée, avec celle des autres barboteurs, par la méthode de Messinger (1), à l'hypoiodite. Cette méthode dose en même temps le formaldéhyde, mais celui-ci, toujours en très faible quantité, est dosé seul colorimétriquement au moyen du réactif de Grosse-Bohle (2) (réactif de Schiff additionné de HCl).

La liqueur réservée pour le dosage de l'acide formique est additionnée d'une solution de SO^2 pour détruire l'eau oxygénée. Après 5 minutes de contact, à froid, on ajoute de l'oxyde rouge de mercure, en grand excès, qui détruit d'abord l'acide sulfureux restant, puis réagit ensuite, à chaud, sur l'acide formique en dégageant quantitativement CO^2.

Cette réaction signalée, il y a longtemps, par Liebig (3), nous a paru préférable, dans le cas présent, à la méthode de Fincke (4), modifiée ou non, car la présence d'aldéhyde lévulique permet de craindre une réduction supplémentaire du chlorure mercurique qui fausserait le dosage.

On fait donc bouillir doucement la liqueur ci-dessus, contenant environ dix fois la

(1) *Ber.*, 1888, p. 3366.

(2) *Zeits. Unters. Nahr. Genussm.*, 1907, t. 14, p. 89. — H. Fincke, *Ibid.*, 1914, t. 27, p. 246.

(3) *Lieb. Ann.*, t. 3, p. 208; t. 17, p. 74. — Voir Göbel, *Pharm. Centralbl.*, t. 4, 1833, p. 224; Varet, *Comptes rendus*, 1915, t. 140, p. 1642; *Bull.*, 1905, p. 957.

(4) *Zeits. Unters. Nahr. Genussm.*, 1911, t. 21, p. 9; t. 22, p. 96. — Voir aussi Grünhut, *Ibid.*, 1921, t. 41, p. 268; Franzen et Egger, *J. pr. Ch.*, 1911, t. 83, p. 323.

quantité théorique d'oxyde de mercure. On entraîne le CO^2 formé par un lent courant d'air préalablement purifié et on le recueille dans de la baryte titrée $\frac{N}{10}$. En employant 10^{cm^3} à 20^{cm^3} d'une liqueur ayant une acidité formique de l'ordre de $\frac{N}{10}$, l'opération demande une heure. L'aldéhyde lévulique n'est que partiellement oxydé et l'acide lévulique ne subit pas de décomposition appréciable, comme nous nous en sommes spécialement assurés.

Voici quelques-uns des résultats obtenus; les chiffres donnés représentent des pourcentages moléculaires :

Méthylhepténone.	CO^2 direct.	H CH O.	H CO^2H.	CH^3CO CH^3.
Du citral par CO^3K^2 à 10 °/₀	1,1	»	14,3	86,0
	Forme α = 15,4 °/₀.			Forme β = 86 °/₀.
Du citral par NaOH à 1 °/₀	0,4	0,4	21,5	76,5
	Forme α = 22,3 °/₀.			Forme β = 76,5.
+ C^2H^5MgBr	1,1	»	9,0	88,6
Diméthylocténol.	Forme α = 10,1 °/₀.			Forme β = 88,6
+ C^4H^9MgBr	0,8	»	9,3	63(?)
Diméthyldécénol.	Forme α = 10,1 °/₀.			(accident)

Bien que les pourcentages trouvés pour les formes α et β ne soient pas rigoureusement complémentaires, on peut les considérer comme très satisfaisants. Nous avons pu vérifier d'ailleurs que les chiffres fournis par le dosage de l'aldéhyde et de l'acide lévuliques s'accordent convenablement avec les précédents en tenant compte des difficultés inhérentes à la présence du diacétylpropane.

Ces résultats ne nous permettent pas de nous associer aux conclusions de Verley. Les méthylhepténones « naturelles », quelle que soit leur origine, paraissent bien être des mélanges en équilibre des deux formes α et β, mais la forme α y est toujours en proportion assez faible, sans doute inférieure, dans tous les cas, à 25 pour 100.

Nous nous proposons de continuer cette étude et en particulier d'appliquer notre méthode de dosage à l'étude d'autres composés susceptibles de présenter la même isomérie.

NOMINATIONS.

M. G. **Bigourdan**, président du Comité d'organisation, demande à l'Académie de vouloir bien se faire représenter au *Congrès national de Chronométrie* qui se tiendra, à l'occasion du centenaire de la mort d'*A.-L. Breguet*, du 22 au 27 de ce mois, à l'Observatoire de Paris.

MM. **Émile Picard** et G. **Bigourdan** sont désignés pour représenter l'Académie à ce Congrès.

Le **Comité du souvenir du président Alfred Picard** invite l'Académie à déléguer un de ses membres à l'inauguration d'une plaque commémorative qui aura lieu, à Strasbourg, le dimanche 21 octobre.

M. **Maurice d'Ocagne** est désigné pour cet objet.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire de l'Union des Syndicats de l'Électricité** invite l'Académie à désigner des délégués à la seconde session de la *Conférence internationale* des grandes lignes de transport d'énergie électrique à très haute tension, qui aura lieu du 26 novembre au 1er décembre prochain et en soumet le programme à l'Académie.

(Renvoi à la section de physique générale, à MM. Blondel et Paul Janet et à la division des applications de la science à l'industrie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° A. Forestier. *L'énergie rayonnante*, Tableau synoptique de l'échelle des longueurs d'onde et des principales caractéristiques du rayonnement électromagnétique avec un résumé des théories actuelles. (Présenté par M. J. Perrin.)

2° Georges Hayem. *L'Hématoblaste, troisième élément du sang.* Avant-propos et annotations par le Dr L. Rivet. (Présenté par M. F. Widal.)

3° Félix Lagrange. *Les fractures de l'orbite par projectiles de guerre.* (Présenté par M. H. Vincent.)

4° Félix Lagrange. *Atlas d'Ophtalmoscopie de guerre.* (Présenté par M. H. Vincent.)

5° Marage. *L'audition et ses variations.* (Présenté par M. A. d'Arsonval.)

6° Comte de Montessus de Ballore. *Ethnographie sismique et volcanique.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'unicité des séries trigonométriques.* Note de M. **Ervand Kogbetliantz**, présentée par M. Émile Borel.

Il est bien connu que les théorèmes classiques de Cantor et de du Bois-Reymond sont valables aussi quand la série proposée

$$(1)\qquad f(x) \sim a_0 + a_1 \cos x + b_1 \sin x + \ldots + a_n \cos nx + b_n \sin nx + \ldots$$

diverge étant sommable avec la somme $f(x)$ par les moyennes arithmétiques d'ordre $\delta < 1$ avec cette différence essentielle qu'il faut alors supposer sa sommabilité $(C, \delta < 1)$ avec la somme $f(x)$ *partout* dans $(0, 2\pi)$.

Soit E_δ un ensemble réductible de points exceptionnels *intérieurs* $\xi (0 < \xi < 2\pi)$ tels qu'en ces points la série (1) ou bien n'est pas sommable $(C, \delta < 1)$ ou, tout en l'étant, n'admet pas pour somme la valeur $f(\xi)$. Cet ensemble E_δ est l'analogue de l'ensemble E_0 que l'on rencontre dans les théorèmes de Cantor et de du Bois-Reymond, et le but de cette Note est l'introduction de l'ensemble E_δ dans les énoncés de théorèmes de M. Marcel Riesz [1].

Nous nous appuyons sur les généralisations de deux lemmes bien connus de Riemann. Le premier lemme peut être énoncé ainsi : soient Σu_n une série convergente et $\varphi(t)$ une fonction bornée ainsi que $\varphi'(t)$ et telle que

$$1^\circ \qquad \varphi(0) = 1$$

et

$$2^\circ \qquad \varphi(t) = O\left(\frac{1}{t^{1+\rho}}\right), \qquad \varphi'(t) = O\left(\frac{1}{t^{1+\rho}}\right) \qquad \text{pour } t \to \infty \quad (\rho > 0).$$

On a

$$\lim_{h=0} \Sigma u_n . \varphi(nh) = s = \lim_{m=\infty} s_m.$$

---

[1] M. Riesz, *Math. Annalen*, t. 71, 1911.

Dans le cas où

$$u_n = a_n \cos nx + b_n \sin nx \qquad \text{et} \qquad \varphi(t) = \left(\frac{\sin t}{t}\right)^2,$$

on obtient le premier lemme de Riemann.

M. L. Féjèr a démontré [1] le théorème analogue suivant : Soient Σu_n sommable (C, 1) avec la somme s, et $\varphi(t)$ une fonction bornée ainsi que sa dérivée seconde $\varphi''(t)$ et telle que

1° $$\varphi(0) = 1$$

et

2° $$\varphi(t) = O\left(\frac{1}{t^{2+\rho}}\right), \qquad \varphi''(t) = O\left(\frac{1}{t^{2+\rho}}\right) \qquad \text{pour } t \to \infty \quad (\rho > 0).$$

On a

$$\lim_{h=0} \Sigma u_n \varphi(nh) = s = \lim_{m=\infty} s'_m.$$

En posant

$$u_n = a_n \cos nx + b_n \sin nx \qquad \text{et} \qquad \varphi(t) = \left(\frac{\sin t}{t}\right)^4,$$

on a le corollaire qui a servi à M. M. Riesz comme point de départ dans ses recherches. Or on démontre, à l'aide des dérivées à indice quelconque, le théorème général que voici :

Théorème. — *Soient Σu_n sommable (C, δ) avec la somme s, et $\varphi(t)$ une fonction bornée ainsi que sa dérivée $\varphi^{(\delta+1)}(t)$ d'ordre $\delta + 1$ et telle que*

1° $$\varphi(0) = 1$$

et

2° $$\varphi(t) = O\left(\frac{1}{t^{1+\delta+\rho}}\right), \qquad \varphi^{(\delta+1)}(t) = O\left(\frac{1}{t^{1+\delta+\rho}}\right) \qquad \textit{pour } t \to \infty \quad (\rho > 0).$$

On a

$$\lim_{h=0} \sum_{n=0}^{\infty} u_n \varphi(nh) = s = \lim_{m=\infty} S_m^{(\delta)}.$$

Posons

$$\varphi(t) = \left(\frac{\sin t}{t}\right)^k, \qquad \text{où} \qquad k = E(k).$$

Les conditions de notre théorème sont visiblement satisfaites si l'on a

$$k > \delta + 1,$$

---

(1) *Math. Annalen*, t. 58, 1904.

d'où le corollaire

$$\lim_{h=0} \sum^{\infty} u_n \left(\frac{\sin nh}{nh}\right)^k = \lim_{m=\infty} S_m^{(\delta)} \qquad (k > \delta + 1).$$

Si l'on choisit

$$u_n = a_n \cos nx + b_n \sin nx \qquad \text{et} \qquad k = 2,$$

on a, quel que soit $\delta < 1$,

$$\lim_{h=0} \frac{F(x+2h) - 2F(x) + F(x-2h)}{4h^2} = f(x),$$

où $f(x)$ désigne la somme de la série divergente (1) et où l'on a posé

$$F(x) = a_0 \frac{x^2}{2} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n \cos nx + b_n \sin nx}{n^2}.$$

On voit que *le premier lemme de Riemann reste valable aussi quand la serie* (1) *diverge pourvu qu'elle soit sommable* $(C, \delta < 1)$. Quant au second lemme il est remplacé par le lemme suivant :

Si les coefficients a_n, b_n de la série (1) sont de la forme $o(n^\delta)$ avec $\delta < 1$ pour $n \to \infty$, on a partout dans $(0, 2\pi)$

$$(2) \qquad \lim_{h=0} \frac{\Delta_h^{2-\delta} F(x)}{h^{1-\delta}} = 0.$$

Ces deux résultats suffisent pour notre but parce que $F(x)$ se présente maintenant sous la forme usuelle

$$F(x) = \int_0^x \int_0^\theta f(t)\, dt\, d\theta + Ax + B,$$

où les constantes A et B sont les mêmes dans $(0, 2\pi)$ grâce à (2) et l'existence de l'ensemble E_δ de points *intérieurs* devient possible. Le raisonnement s'achève comme dans le cas des séries convergentes et la série bien connue

$$0 \sim \frac{1}{2} + \cos x + \cos 2x + \ldots + \cos nx + \ldots$$

est exclue puisqu'elle n'est pas sommable (C, δ) aux points frontières $x = 0$, $x = 2\pi$ qui ne font pas partie de l'ensemble E_δ.

Ainsi la restriction qu'on rencontre dans les deux théorèmes de M. M. Riesz et qui fait exclure l'ensemble E_δ de leurs énoncés n'est due qu'à la méthode employée par M. M. Riesz.

Observons que notre théorème permet de préciser le rapport entre les

deux méthodes de sommation des séries divergentes : celle de Cesàro et celle de Riemann, qu'on peut définir ainsi : la série divergente $\sum_0^\infty u_n$ est dite sommable par la méthode de Riemann d'ordre γ, bref sommable (R, γ), avec la somme s, si l'on a

$$\lim_{h=0} \sum_{n=0}^{\infty} u_n \left(\frac{\sin nh}{nh}\right)^\gamma = s.$$

On déduit de notre théorème le corollaire :

Une série sommable (C, δ) *avec la somme s l'est aussi avec la même somme* (R, γ) *si l'on a* $\gamma > \delta + 1$.

Il serait très intéressant de compléter ce résultat et d'étudier les cas $\gamma \leqq \delta_0 + 1$ pour les séries qui ne sont sommables (C, δ) que si $\delta \geqq \delta_0$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations intégrales à plusieurs paramètres et leurs applications techniques.* Note [1] de M. **F.-H. van den Dungen**, transmise par M. Émile Borel.

1. *Résolution formelle.* — Soit à résoudre l'équation à deux paramètres

$$y_n = \lambda \int_0^l L(x, s) y_s \, ds + \mu \int_0^l M(x, s) y_s \, ds + f(x).$$

Posons

$$\lambda L(x, s) + \mu M(x, s) = K(x, s)$$

et écrivons les formules ordinaires de la résolution des équations à un paramètre, pour la valeur $+1$ de ce paramètre : nous obtenons ainsi, par exemple, l'expression

$$y_n = f(x) + \int_0^l \frac{\mathfrak{D}\left(\begin{matrix} x \\ s \end{matrix} \middle| \lambda, \mu\right)}{D(\lambda, \mu)} f(s) \, ds$$

qui résout formellement le problème fondamental ; on peut vérifier que D et $\mathfrak{D}$ sont exprimables par des séries entières en λ et μ, à savoir

$$D(\lambda, \mu) = 1 - \int_0^l (\lambda L + \mu M) \left| \begin{matrix} s_1 \\ s_1 \end{matrix} \right| ds_1 + \ldots$$
$$+ \frac{(-1)^n}{n!} \int_0^l \cdots \int_0^l (\lambda L + \mu M) \left| \begin{matrix} s_1 & \ldots & s_n \\ s_1 & \ldots & s_n \end{matrix} \right| ds_1 \ldots ds_n + \ldots$$

---

(1) Séance du 1er octobre 1923.

et

$$\mathfrak{D}\left(\begin{matrix} x \\ s \end{matrix}\middle|\lambda, \mu\right) = (\lambda L + \mu M)\begin{vmatrix} x \\ s \end{vmatrix} - \int_0^l (\lambda L + \mu M)\begin{vmatrix} x & s_1 \\ s & s_1 \end{vmatrix} ds_1 + \ldots$$

où nous avons représenté par

$$(\lambda L + \mu M)\begin{vmatrix} s_1 & \ldots & s_n \\ s_1 & \ldots & s_n \end{vmatrix}$$

un déterminant à n^2 éléments dont le terme général est

$$\lambda L(s_i, s_j) + \mu M(s_i, s_j).$$

On remarquera que l'on a, en particulier,

$$D(\lambda, 0) = D(\lambda) \qquad \text{et} \qquad \mathfrak{D}\left(\begin{matrix} x \\ s \end{matrix}\middle|\lambda, 0\right) = \lambda D\left(\begin{matrix} x \\ s \end{matrix}\middle|\lambda\right).$$

On généralise ainsi aisément les principaux théorèmes de la théorie des équations à un paramètre. On trouvera que, dans un certain domaine, on a

$$ln\, D(\lambda, \mu) = A_{1,0}\lambda + A_{0,1}\mu + \frac{1}{2}(A_{2,0}\lambda^2 + 2A_{1,1}\lambda\mu + A_{0,2}\mu^2) + \ldots,$$

où $A_{n,0}$ et $A_{0,n}$ sont les $n^{\text{ièmes}}$ traces ordinaires des noyaux L et M, tandis que $A_{h,k}$ est une trace mixte, obtenue par l'intégration du produit de h noyaux L par k noyaux M.

2. *Équation homogène.* — De même que l'équation homogène en λ n'est satisfaite que pour des valeurs caractéristiques, l'équation homogène à deux paramètres ne peut être résolue que s'il existe une *relation caractéristique* entre λ et μ; un théorème fondamental montre que *toute relation caractéristique est linéaire :* les seules relations possibles sont de la forme

$$\frac{\lambda}{\lambda_i} + \frac{\mu}{\mu_j} = 1,$$

λ_i et μ_j étant respectivement des valeurs caractéristiques des noyaux L et M. Dans le cas particulier où les noyaux ne diffèrent que par un facteur, fonction de x ou de s seulement, ce sont les nombres caractéristiques de même rang qui interviennent dans la relation précédente [1], les relations

[1] Ces résultats s'obtiennent facilement par l'emploi de la méthode d'induction de M. Goursat, en mettant les noyaux sous forme réduite. On voit qu'alors

$$A_{n,0} = \Sigma(\lambda_i)^{-n} \qquad \text{et} \qquad A_{h,k} = \Sigma(\lambda_i)^{-h}(p_i)^{-k}$$

dans le cas particulier considéré.

caractéristiques sont alors

$$\frac{\lambda}{\lambda_1}+\frac{\mu}{\mu_1}=1, \qquad \frac{\lambda}{\lambda_2}+\frac{\mu}{\mu_2}=1, \qquad \ldots$$

3. *Remarque*. — Tous les résultats précédents s'étendent immédiatement aux équations à un nombre fini quelconque de paramètres; cela résulte de leur forme même.

4. *Applications techniques*. — Étudions la stabilité d'un rotor soumis au flambement (¹); la forme des noyaux de l'équation intégrale de ce problème montre que les relations caractéristiques sont les plans dans un système d'axes ω^2, α^2, ν d'équation

$$\frac{\omega^2}{\omega_n^2}+\frac{\alpha^2}{\alpha_n^2}+\frac{\nu}{\nu_n}=1 \qquad (n=1, 2, 3, \ldots),$$

d'où l'on déduit d'importants théorèmes dans les divers cas particuliers que renferme le problème précédent; par exemple :

a. Une compression diminue les vitesses critiques, une traction les augmente.

b. Une pièce soumise au flambement n'est stable que sous la première charge critique; le degré d'instabilité croît à chaque charge critique franchie.

c. Un rotor, soumis au flambement ou non, n'est stable que sous la première vitesse critique; le degré d'instabilité croît à chaque vitesse critique franchie. Il ne s'agit ici que de la stabilité *séculaire*.

d. Un rotor présente autant de charges de *flambement par traction* qu'il a franchi de vitesses critiques. Cette propriété de l'existence de charges de flambement par traction, constitue un *nouvel effet physique* que nous espérons pouvoir expérimenter sous peu.

AVIATION. — *Sur le mécanisme du vol à voile.*

Note de M. N. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. L. Lecornu.

Dans une Note récemment parue aux *Comptes rendus* (²), M. Charles Nordmann, dans le but de remédier à certaines insuffisances des théories antérieurement proposées pour le vol à voile des oiseaux, émet l'hypothèse

(¹) Voir notre Note, *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 574.

(²) Séance du 20 août 1923.

que l'oiseau voilier qui emploie les variations horizontales de la vitesse du vent vole en recevant le vent relatif tantôt par l'avant, tantôt par l'arrière, et que dans ce dernier cas l'angle d'attaque devient négatif. De cette façon il y aurait toujours une poussée sustentatrice; l'oiseau n'aurait qu'à changer son inclinaison sur l'horizontale suivant la direction du vent relatif.

Laissant de côté la difficulté d'admettre un vol « à rebrousse plume », il semble que la manœuvre indiquée par M. Nordmann ferait sûrement tomber l'oiseau. En effet l'oiseau planeur, comme l'aéroplane, n'arrive à se soutenir que lorsque la vitesse du vent relatif dépasse une certaine vitesse critique relativement considérable; pour les vitesses du vent relatif inférieures à cette vitesse critique, l'oiseau tombe.

Or, pour que le vent relatif qui soufflait face à l'oiseau puisse changer de sens, il faut qu'il commence par diminuer au-dessous de la vitesse critique, qu'il s'annule, et qu'il augmente, en sens contraire, jusqu'à cette même vitesse critique; pendant tout ce temps l'oiseau tombe. C'est exactement ce qui se passerait si, voulant retourner sur ses pas, un pilote d'aéroplane, au lieu de décrire une orbe en gardant une vitesse relative (vent relatif) suffisante, essayait d'arrêter son moteur et de faire marche arrière en changeant son angle d'attaque.

Le problème du vol à voile n'est autre chose qu'un simple problème de mécanique. Qu'il me soit permis de rappeler que j'ai traité ce problème, il y a dix ans, dans une série de Notes parues aux *Comptes rendus* [1] et dans un article détaillé paru au *Journal de Physique* [2].

Dans le cas particulier envisagé par M. Nordmann (emploi de l'accélération horizontale du vent), je suis arrivé à la conclusion suivante :

La manœuvre que l'oiseau voilier doit exécuter pour profiter au mieux des variations de la vitesse horizontale du vent *consiste à diriger constamment sa vitesse relative dans un sens contraire à celui de l'accélération du vent*, et à garder à cette vitesse une valeur voisine de celle qui rend minimum le travail nécessaire, pour la sustentation et la pénétration, par unité de distance relative parcourue.

L'énergie dont dispose à un moment donné l'oiseau voilier de poids P est, si β est la vitesse relative,

$$W = \frac{1}{2}\frac{P}{g}\beta^2.$$

---

(1) *Comptes rendus*, 20 janvier, 10 mars et 2 juin 1913.

(2) *Journal de Physique*, février et mai 1913.

L'oiseau, pour se soutenir et pour avancer, perd de cette énergie en perdant de la vitesse relative; il ne peut refaire l'énergie perdue que s'il y a une accélération v' du vent. En dirigeant sa vitesse relative dans un sens *contraire* à l'accélération du vent (quels que soient la direction et le sens de cette accélération), l'oiseau ne fait qu'augmenter sa vitesse relative β et, par conséquent, W. Dans ces conditions, l'énergie captée par l'oiseau dans l'unité de temps est

$$\Delta W = \frac{P}{g}\beta\frac{d\beta}{dt} = \frac{P}{g}\beta\frac{dv}{dt} = \frac{P}{g}\beta v',$$

dans le cas du vent de direction constante mais de vitesse variable; si la vitesse du vent augmente, l'oiseau volera contre le vent; si le vent diminue, l'oiseau, tout en gardant une vitesse relative suffisante, décrira une orbe — en perdant de la hauteur ou de la vitesse — pour arriver à voler *dans la direction du vent*.

Malgré la possibilité pour l'oiseau d'utiliser l'accélération horizontale du vent, je pense qu'étant donnée la petitesse insoupçonnée du vent ascendant suffisant pour soutenir l'oiseau, c'est ce vent qui constitue le facteur principal ou du moins le plus fréquent du vol à voile.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le premier trimestre de* 1923. Note [1] de M. J. **Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

La persistance du mauvais temps n'a permis d'observer [2] que 62 jours dans ce trimestre, et voici les principaux faits qu'on en déduit :

Taches. — Par comparaison avec le trimestre précédent [3], les taches ont diminué d'une manière considérable; on a, en effet, enregistré 6 groupes avec une surface totale de 57 millionièmes, au lieu de 14 et 1550 respectivement.

Le nombre des groupes est semblable de part et d'autre de l'équateur; mais avec le chiffre de 3 au lieu de 7. On n'a relevé aucune tache dans l'hémisphère austral pendant le mois de mars; un fait semblable s'était produit au mois d'avril de 1922.

D'ailleurs, le nombre des jours notés *sans taches* est de 46 au lieu de 21, d'où il résulte une proportion de 0,74 au lieu de 0,34.

---

(1) Séance du 1er octobre 1923.
(2) Avec l'aide de Mlle Bloch.
(3) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 671.

Enfin, la latitude moyenne des taches a passé de $-6°,9$ à $-6°,0$, d'une part, et de $+9°,1$ à $+7°,5$, d'autre part.

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules est de 50, au lieu de 39, mais leur aire totale est très peu différente, avec 32,0 millièmes au lieu de 30,0.

Dans leur répartition par hémisphère, on a enregistré 5 groupes en plus au Sud (18 au lieu de 13) et 6, en plus également, au Nord (32 au lieu de 26).

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier. — 0,79.			
22	1	27,4	— 2		4
	19 j.		— 2°,0		
		Février. — 0,80.			
7	1	2,8	— 8		3
12	1	7,2	— 8		8
		Février (suite).			
15-16	2	14,6		+10	4
	20 j.		—8°,0	+10°	
		Mars. — 0,65.			
16	1	20,2		+ 5,5	7
22-25	4	21,2		+ 7	31
	23 j.			+ 6°,3	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1923.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	1	4
Février......	»	»	»	»	2	2	1	1	»	»	»	»	3	15
Mars........	»	»	»	»	»	»	2	2	»	»	»	»	2	38
Totaux...	»	»	»	»	3	3	3	3	»	»	»	»	6	57

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1923.	Sud 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	»	»	»	»	2	2	11	6	5	»	»	»	13	9,6
Février......	»	»	1	2	5	8	9	3	4	1	1	»	17	9,6
Mars........	»	»	1	2	5	8	12	5	5	»	2	»	20	12,8
Totaux....	»	»	2	4	12	18	32	14	14	1	3	»	50	32,0

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une méthode de mesure pour un fort rayonnement.* Note de M[lle] **St. Maracineanu**, présentée par M. G. Urbain.

Étant donné que pour un fort rayonnement α il est difficile ou impossible d'atteindre le courant de saturation, une méthode de mesure indépen-

dante de ce courant serait intéressante. Plusieurs expérimentateurs ont indiqué des méthodes dans ce but [1].

Le principe que j'ai utilisé est le suivant : Si dans une chambre d'ionisation contenant une substance radioactive constante on fait varier la tension, on obtient la courbe bien connue dite courbe de saturation et le début de cette courbe est une ligne droite, le courant obéissant à la loi d'ohm.

Si l'ionisation était uniforme on aurait

$$i = sehn_0 (k_1 + k_2) \tag{1}$$

(où i est le courant d'ionisation produit par un champ faible, e la charge d'un ion supposée la même pour les ions des deux espèces, n_0 la concentration des ions, h le champ, k_1 et k_2 les mobilités respectives des ions positifs et négatifs, s la surface du plateau supérieur de la chambre d'ionisation efficace au passage du courant); tandis que le courant de saturation est

$$I = sNde \tag{2}$$

(où N est le nombre des ions positifs et négatifs, créés par unité de temps dans l'unité de volume du gaz, et d la distance des plateaux).

A l'état de régime, $n = \sqrt{\frac{N}{\alpha}}$; donc i proportionnel à $\sqrt{I}$ (où α est le coefficient de recombinaison). Donc en utilisant le rapport $\frac{\sqrt{I}}{i} = K$ on peut, en mesurant le courant produit par un champ faible, calculer la valeur du courant de saturation.

L'appareil de mesure se composait d'un électromètre, d'un quartz piézo-électrique, d'une chambre d'ionisation à plateaux et d'un potentiomètre.

Vérification de la loi d'Ohm pour le début de la courbe. — L'accord avec la loi d'Ohm a été vérifié pour un intervalle de 0,2 volt à 1 volt, intervalle dans lequel j'ai mesuré les lames fortement actives.

La tension étant très faible l'effet des forces électromotrices de contact est très marqué, de sorte que j'ai toujours pris comme résultats de mes mesures la moyenne des mesures faites successivement à un potentiel négatif et à un potentiel positif.

Constance du rapport $\frac{\sqrt{I}}{i} = k$. — Si l'on désigne par $I = I_0 e^{-\lambda t}$ l'équation exponentielle de la décroissance d'une substance radioactive, mesurée à la

---

[1] Mlle I. Curie, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1462. — H. Fénovitz, *Wienerberichte*, 1919.

haute tension, la constance du rapport $\frac{\sqrt{I}}{i}$ exige que le courant i, mesuré à une faible tension constante, soit représenté par $i = i_0 e^{-\frac{\lambda}{2}t}$.

(I et i étant les intensités à un moment t, I_0 et i_0 les intensités initiales et λ la constante radioactive.)

Cette équation a été vérifiée dans mes expériences pour certaines conditions de distance. Dans ces conditions donc, tout se passe comme si l'ionisation était uniforme.

Expérimentalement, j'ai déterminé cette distance pour un dépôt actif de l'actinium en construisant les courbes de décroissance à une haute et à une faible tension pour diverses distances entre les plateaux et en calculant le rapport $\frac{\sqrt{I}}{i}$ pour des points pris au même instant t sur les deux courbes. Par exemple, pour un disque de 3^{cm} de diamètre pour 5^{cm} de distance entre les plateaux, $T = 36$ minutes et $T' = 72$ minutes (T étant la période de la substance et T′ la période apparente pour les mesures à champs faibles).

Le Tableau I donne les valeurs de I, i, $\frac{\sqrt{I}}{i}$:

Tableau I.

I (mesuré à 700 volts).	i (mesuré à 0,8 volt).	$\frac{\sqrt{I}}{i}$
0,04656	0,04656	4,64
12,62	0,7499	4,74
53,96	1,532	4,8
142,9	2,444	4,9
Courbes extrapolées.		
6999	17,05	4,9
129600	73,29	4,9
1000000	201,9	4,9

(les valeurs étant données en unités arbitraires, pouvant être converties à volonté en unités absolues).

Pour du polonium, la distance favorable a été déterminée en me servant de deux lamelles d'argent sur lesquelles le polonium était déposé en petites gouttes : l'intensité de l'une étant le quart de l'intensité de l'autre, pour la distance entre les plateaux de $3^{cm},37$ à une faible tension les intensités respectives devenaient i et $\frac{i}{2}$, donc pour cette distance $T' = 2T$ et $\frac{\sqrt{I}}{i} = \text{const.}$

Le Tableau II, duquel on constate aussi l'accord avec la loi d'Ohm, donne ces valeurs.

TABLEAU II.

	I = 768 gr/sec.		$I' = \frac{I}{4} = 192$ gr/sec.	
V.	i.	$\frac{\sqrt{I}}{i}$.	$i' = \frac{i}{2}$.	$\frac{\sqrt{I'}}{i'}$.
v				
1	10,01	2,77	5,05	2,76
0,8	8,1	3,41	4,05	3,43
0,6	6,16	4,5	3,10	4,5
0,4	4,12	6,72	2,06	6,74
0,2	2,05	13,5	1,05	13,3

Dans ces conditions de distance on peut mesurer des lames de polonium pour lesquelles le courant de saturation correspondrait à 20 milles ES et davantage avec une précision de quelques pour cent.

Les résultats des lames fortes de polonium pour cette méthode ont été en bon accord avec ceux obtenus avec l'appareil à secteurs de Mlle Curie.

Pour comparer ces résultats à ceux que donnerait l'ionisation uniforme, on peut calculer le rapport $\frac{\alpha}{e}$ par la relation $\frac{\alpha}{e} = \frac{SV^2 I(k_1 + k_2)}{i^2 d^3}$ déduite des équations (1) et (2).

En considérant comme surface efficace au passage du courant celle déterminée par les rayons α extrêmes pouvant atteindre l'électrode supérieure j'ai obtenu pour $\frac{\alpha}{e}$ la valeur 4100, laquelle comme ordre de grandeur semble correspondre à une ionisation qui pratiquement ne serait pas éloignée d'être uniforme.

Étant donné toutes ces considérations et le fait que les mesures des lames fortes de polonium de valeur connue ont donné d'assez bons résultats, nous croyons que cette méthode pourrait rendre service pour la mesure tout au moins approximative de sources très intenses de rayonnement α.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les solutions aqueuses de bicarbonate d'ammonium.* Note de M. **Claude Bonnier**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Lorqu'on dissout du bicarbonate d'ammonium dans de l'eau, il se produit un abondant dégagement gazeux. Si l'on opère en vase clos, dans une chambre barométrique, par exemple, on peut arriver à obtenir d'assez fortes pressions. Ce fait a déjà été indiqué par de nombreux auteurs. Cer-

tains ont donné des indications sommaires sur l'ordre de grandeur des pressions produites (1).

Les expériences qui font l'objet de cette Note ont pour but de donner quelques chiffres précis et de déterminer l'influence, sur ces pressions, de deux facteurs importants, qui sont :

1° La concentration de la solution ;

2° Le rapport des volumes de la solution et de la phase gazeuse, autrement dit le volume laissé libre au-dessus de la solution.

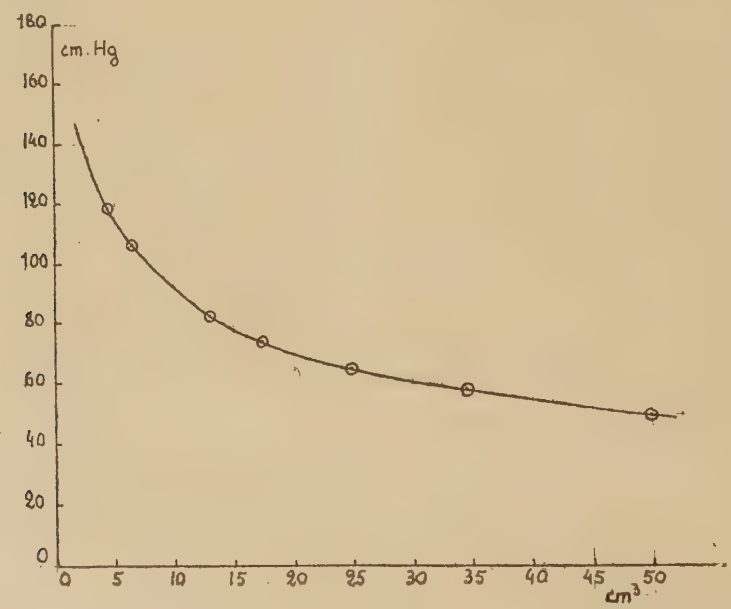


Fig. 1. — Variation de la pression existant au-dessus de solutions aqueuses saturées de CO^3HAm, suivant le volume laissé libre au-dessus de ces solutions (à 20°) (pour 1g de bicarbonate).

Un troisième facteur, la température, a été étudié par M. Nishizsawa (2), qui a donné la formule

$$\text{Log P} = 2,55169 + 0,0499125\,t - 0,0008515\,t^2 + 0,0000102256\,t^3,$$

où P est évalué en centimètres de mercure et t en degrés centigrades. Les solutions sont saturées et le volume libre négligeable. La croissance de la pression avec la température est extrêmement rapide.

Toutes mes expériences ont été faites à 20°.

(1) Dibbits, *J. prakt. Chemie*, t. 3 (10), 1874, p. 417, et Berthelot et André, *Comptes rendus*, t. 103, 1886, p. 665.

(2) *Bull. Soc. chim.*, t. 30, 1921, p. 1139.

L'appareil employé se composait essentiellement d'une chambre barométrique mobile, immergée dans un thermostat. Le volume libre au-dessus de la solution pouvait être maintenu à une valeur fixe pendant toute une série d'expériences.

La courbe ci-dessous donne la variation de pression en fonction du volume libre au-dessus de la solution (pour 1g de bicarbonate). Les solutions contenaient 80 pour 100 d'eau en poids, concentration voisine de la saturation.

Pour ce qui concerne l'influence de la saturation, on a donné trois courbes, correspondant à des volumes libres différents.

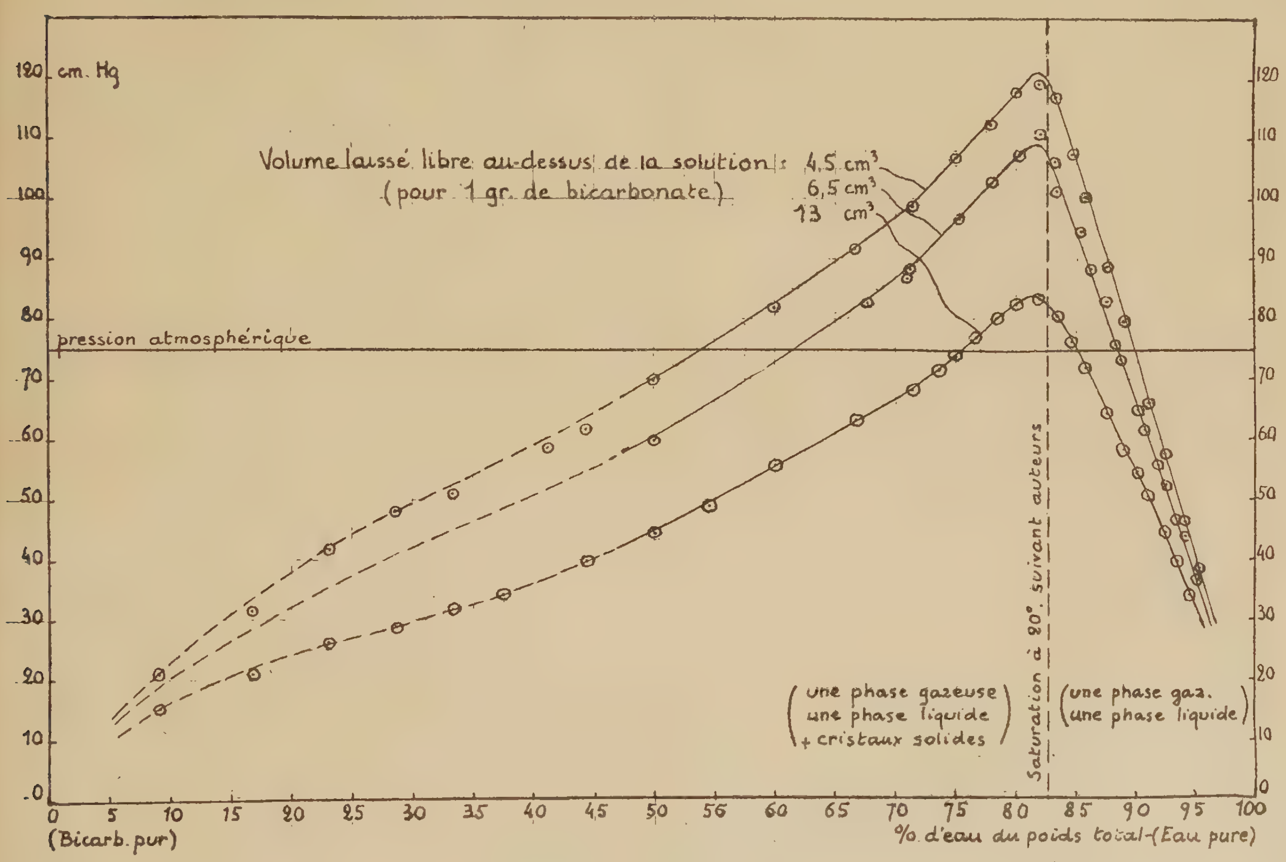


Fig. 2. — Pressions existant au-dessus de solutions aqueuses de bicarbonate d'ammonium suivant la concentration (à 20°).

La partie en pointillé de chaque courbe correspond à des résultats douteux, car on opérait, pour ces concentrations, avec peu d'eau et la surface libre était ou inexistante, ou peu nette. L'appareil ne se prêtait pas à la mesure des basses pressions.

Les auteurs [1] indiquent, à 20°, une solubilité de 21g dans 100g d'eau,

[1] DIBBITS, *loc. cit.*; FEDOTIEV et KOLTIENOV, *Tables de constantes*.

soit une concentration de 82,6 pour 100 d'eau. Le maximnm des courbes obtenues se produit un peu avant et correspond à une solubilité de $22^g,2$.

Ceci peut venir du fait que, quand on mesure la solubilité du bicarbonate, on est exposé, par suite du dégagement gazeux inévitable, à trouver des teneurs en CO^2 et NH^3 trop faibles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des carbures acétyléniques vrais à partir du propylène dibromé-2.3 par l'amidure de sodium : l'hexine et le cyclohexylpropine vrais.* Note de M. **Bourguel**, présentée par M. Haller.

Dans une Note précédente [1], j'ai indiqué qu'il était avantageux de remplacer la potasse par l'amidure de sodium lors de l'enlèvement d'une ou de deux molécules d'hydracide aux dérivés halogénés des carbures. On obtenait ainsi facilement le carbure acétylénique vrai exempt de son isomère substitué.

J'ai ainsi attaqué par l'amidure les composés éthyléniques que l'on obtient par la méthode de M. Lespieau [2].

Si dans un magnésien, $C^6H^{11}MgBr$ par exemple, on fait tomber du propylène dibromé-2.3 $CH^2Br — CBr = CH^2$, on arrive, suivant l'équation

$$(1)\quad C^6H^{11}MgBr + BrCH^2 — CBr = CH^2 \;=\; MgBr^2 + C^6H^{11} — CH^2 — CBr = CH^2,$$

à un composé éthylénique bromé.

Ce produit traité par l'amidure de sodium donne très facilement, suivant l'équation

$$(2)\quad C^6H^{11} — CH^2 — CBr = CH^2 + NH^2Na \;=\; NaBr + NH^3 + C^6H^{11}CH^2 — C \equiv CH,$$

le cyclohexylpropine vrai pratiquement exempt de son isomère substitué $C^6H^{11} — C \equiv C — CH^3$.

Le procédé est général : il permet la synthèse d'un grand nombre de carbures acétyléniques.

La réaction (2) se fait facilement et les rendements à partir du bromure avoisinent 60 pour 100 du produit pur. Par contre la réaction (1) était jusqu'ici plus difficile :

Dans beaucoup de cas les bromures éthyléniques n'étaient pas faciles à obtenir. Elle était en effet accompagnée de réactions secondaires dont les

(1) Bourguel, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 751.
(2) Lespieau, *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1584; *Bull.*, 1921, p. 527.

produits diminuaient de beaucoup le rendement et compliquaient l'extraction du produit intéressant. En particulier dans le cas du bromure de cyclohexylmagnésium la séparation est presque inextricable.

Le propylène dibromé possède en effet une double liaison et deux bromes : 1° sur la double liaison le magnésien peut se fixer; 2° les bromes peuvent tous les deux agir. De plus le magnésien agit comme du zinc ou du magnésium, il enlève 2 Br. J'ai pu mettre en évidence de l'allène formé très vraisemblablement suivant l'équation

$$CH^2Br - CBr = CH^2 + RMgBr = MgBr^2 + RBr + CH^2 = C = CH^2.$$

Il est bien possible aussi que cette dernière réaction ait lieu entre atomes de brome appartenant à des molécules différentes : de là, en présence d'un excès de magnésien, un grand nombre de combinaisons possibles.

Et en effet l'expérience a montré que si, à chaque instant, le propylène dibromé était en grand excès par rapport au magnésien, le rendement en produit $R - CH^2 - CBr = CH^2$ doublait ou triplait. Surtout il devenait très aisé de l'obtenir pur.

Il suffit pour cela de laisser tomber lentement une molécule du magnésien, soigneusement décanté, dans un excès de propylène dibromé.

Ainsi ont été préparés :

— A partir du bromure d'éthylmagnésium : $C^2H^5 - CH^2 - CBr = CH^2$ le pentine vrai.

— A partir du bromure de propylmagnésium : $C^3H^7 - CH^2 - CBr = CH^2$.

Ce corps n'avait pas encore été préparé. Il bout à 134° sous 760mm. Sa densité est $d_{19} = 1,203$, son indice $n_D^{19} = 1,455$. Dosage de brome : trouvé, 49,6 pour 100; calculé, 49,05 pour 100.

Ce bromure a conduit à l'hexine normal vrai, qui bout à 70°-71°. Ce qui est bien le point d'ébullition déjà trouvé par M. Picon.

— A partir du bromure de phénylmagnésium : $C^6H^5CH^2 - CBr = CH^2$, le phénylpropine vrai.

— A partir du bromure de cyclohexylmagnésium :

$$C^6H^{11} - CH^2 - CBr = CH^2.$$

Ce corps a été obtenu par M. Lespieau, mais en petite quantité. Il bout à 84°-85° sous 10-11mm, densité $d^{20} = 1,125$, indice $n_D^{20} = 1,495$. Dosage de brome : trouvé, 39,8 pour 100; calculé, 39,4 pour 100.

Ce bromure conduit par l'amidure de sodium au cyclohexylpropine vrai

$$C^6H^{11} - CH - C \equiv CH.$$

Ce corps a déjà été obtenu par M. Lespieau, mais en très petite quantité; c'est un liquide incolore que ni la lumière ni le temps n'altèrent. (Je signale en passant que l'amidure de sodium donne en général les carbures exempts de produits bromés, ils se conservent incolores.) Il bout à 48° sous 12^{mm}, distille sans décomposition à 155° sous 760^{mm} (température corrigée 157°). Il précipite en jaune le chlorure cuivreux ammoniacal, il donne avec le nitrate d'argent alcoolique un précipité cristallisé de formule

$$C^6H^{11}-CH^2-C\equiv CAg, \quad NO^3Ag.$$

Dosage d'argent : trouvé, 54,05 pour 100; calculé, 54,13 pour 100. Avec l'iode il ne donne pas le bromure cristallisé. Densité, $d_{20}=0,836$; indice, $n_D^{20}=1,459$. Réfraction moléculaire : trouvé, 39,90; théorie, 39,52; Cryoscopie acétique : M = 121; calculé, M = 122.

Analyse.

	Calculé.	Trouvé.
C pour 100	88,5	87,8
H pour 100	11,5	11,7

Pour terminer et pour montrer que cette méthode est d'un emploi commode je dirai qu'à partir de 1^{kg} de bromure d'allyle — matière première commerciale du propylène dibromé-2.3 — on obtient 200^g environ de pentine ou d'hexine vrais purs, ou bien 300^g environ de phénylpropine ou de cyclohexylpropine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratation catalytique de l'éthylglycérine.* Note de M. **Raymond Delaby**, transmise par M. A. Béhal.

Depuis 1843, date du premier essai de déshydratation de la glycérine ordinaire par Redtenbacher (¹), cette réaction a suscité un nombre considérable de travaux. Ayant proposé une synthèse commode des glycérines monoalcoylées en α (²), j'ai tenté sur celle-ci l'action des déshydratants dans l'espoir d'établir une méthode générale de préparation des aldéhydes non saturés αβ, dont on ne connaît encore qu'un mode de formation pour les termes au delà de C^4 (³).

Disons tout de suite que la déshydratation ne s'effectue pas dans le sens souhaité : elle aboutit à la production dans les fractions légères, de mélanges inséparables par distillation fractionnée dans lesquels on peut déceler de

(¹) J. Redtenbacher, *Lieb. Ann.*, t. 47, 1843, p. 113.
(²) R. Delaby, *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 967 et 1152.
(³) R. Delaby, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1900.

l'acroléine, formée par rupture de la chaîne, une cétone vinylée et un composé du furfurane de constitution indéterminée.

Ce résultat pouvait être prévu à l'examen des possibilités nombreuses de déshydratation de la molécule. Déjà avec la glycérine ordinaire, à côté du processus classique de formation d'acroléine (A), on doit envisager le cas où la première molécule d'eau s'élimine aux dépens de l'oxhydrile de la fonction alcool primaire (B) : ainsi, lorsqu'on effectue la décomposition

$$\text{(A)}\quad [CH^2OH - CH = CHOH] \rightarrow CH^2OH - CH^2 - CHO \rightarrow CH^2 = CH - CHO$$

$$\uparrow$$

$$CH^2OH - CHOH - CH^2OH$$

$$\downarrow$$

$$\text{(B)}\quad [CH^2OH - C(OH) = CH^2] \rightarrow CH^2OH - CO - CH^3 \rightarrow CH^2O + CH^3 - CHO$$

sur pierre ponce à 450°, ces deux réactions se font avec la même vitesse (1); par catalyse sur SO^4Mg anhydre, Wohl et Mylo (2) ont montré que la réaction (A) est favorisée à basse température (330°-340°), alors qu'une élévation d'une trentaine de degrés seulement amène déjà la production d'une quantité importante d'acétaldéhyde (réaction B).

Devant ces faits, on doit envisager les modes de décomposition variés des alcoylglycérines : le schéma très complexe des possibilités théoriques de déshydratation de l'une d'entre elles, l'éthylglycérine par exemple, se traduit finalement par la formation des composés suivants :

Deux penténals C^5H^8O	$CH^3 - CH = CH - CH^2 - CHO$	(I)
	$CH^3 - CH^2 - CH = CH - CHO$	(II)
Deux penténones C^5H^8O	$CH^3 - CH = CH - CO - CH^3$	(III)
	$CH^3 - CH^2 - CO - CH = CH^2$	(IV)
Un pentadiénol C^5H^8O :	$CH^3 - CH = C = CH - CH^2OH$	(V)

aldéhydes formique et butyrique.

Ces possibilités n'excluent pas la coupure de la chaîne avec production d'acroléine ou des déshydratations avec cyclisation conduisant à des dérivés dihydrofurfurane.

En fait, lorsqu'on fait passer de l'éthylglycérine sur du sulfate de magnésium anhydre maintenu à 340°-360° en s'arrangeant de manière que les produits bouillant au-dessous de 130° soient immédiatement séparés, on obtient un liquide jaunâtre, à odeur piquante très désagréable et lacrymogène; il se

(1) J.-U. Nef, *Lieb. Ann.*, t. 335, 1904, p. 191.

(2) A. Wohl et B. Mylo, *Ber.*, t. 45, 1912, p. 2046.

forme deux couches : la couche aqueuse est décantée, la partie supérieure est séchée et soigneusement rectifiée.

Le fractionnement à la pression ordinaire au moyen d'une colonne Vigreux garnie de 20^{cm} de pointes s'échelonne encore après sept tours de 50° à 125°. Seule la fraction 50°-55° redistille à point fixe (52°) et présente les constantes de l'acroléine. La vapeur des liquides séparés de 5° en 5° de 75° à 90° colore un copeau de sapin fraîchement coupé et imprégné d'acide chlorhydrique (dérivés du furfurane); mais toutes tentatives de fractionnement ultérieur avec isolement de corps à point d'ébullition fixe ont échoué. Enfin, entre 100° et 120° distille la majeure partie des produits rectifiés; on pourrait s'attendre à y rencontrer les penténals (I) et (II), les penténones (III) et (IV) dont la formation est théoriquement possible; l'action de la semicarbazide montre clairement la présence de vinyléthylcétone (IV) en quantité prépondérante.

Que l'on fasse réagir le chlorhydrate de semicarbazide en solution chlorhydrique ou en solution acétique sur l'une quelconque des quatre fractions isolées de 5° en 5° entre 100° et 120°, on n'obtient que des précipités amorphes, insolubles dans les dissolvants usuels, et pour lesquels le dosage d'azote donne des résultats intermédiaires entre les chiffres théoriques d'une semicarbazone (29,7 pour 100) et d'une semicarbazo-semicarbazone (38,8 pour 100) de tous ces isomères C^5H^8O : c'est bien là la caractéristique des cétones vinylées ([1]).

Les autres composés se comporteraient différemment vis-à-vis de la semicarbazide. J'ai montré ([2]) que le penténal $\alpha\beta$(II) donnait une semicarbazone bien cristallisée; le penténal $\beta\gamma$(I) réagirait vraisemblablement de la même manière, car l'aptitude réactionnelle de la double liaison doit diminuer avec son éloignement du groupement fonctionnel aldéhyde. Enfin, la méthylpropénylcétone (III) fournit suivant les conditions expérimentales une semicarbazone ou une semicarbazo-semicarbazone ([3]). Rien de semblable n'a été observé dans le cas présent. Il est donc logique d'admettre qu'il s'agit plutôt de vinyléthylcétone distillant mal à la pression atmosphérique : on verra d'ailleurs plus loin que j'ai pu en préparer un dérivé cristallisé à partir des fractions issues d'une rectification dans le vide.

Le fractionnement, dans le vide (65^{mm}) du produit de la déshydratation se montre encore moins efficace : l'analyse montre que les fractions sont souillées d'acroléine. J'ai cependant tenté sur celles-ci la transformation de la vinyléthylcétone en éthyl-3-pyrazoline ([4]) par action de l'hydrate

([1]) M. Maire, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. 3, 1908, p. 273.

([2]) R. Delaby, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1900.

([3]) E.-E. Blaise, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 33, 1905, p. 48.

([4]) M. Maire, *loc. cit.*

d'hydrazine; cette alcoylpyrazoline ne pouvait être souillée que par la pyrazoline elle-même provenant de l'action du réactif sur l'acroléine. La condensation présente bien les apparences normales, mais les bases formées se décomposent à la distillation avec élimination d'hydrazine. Cependant, dans une expérience effectuée en présence d'hydrazine en grand excès, j'ai isolé une quantité appréciable d'un composé cristallisé, rappelant l'aspect des écailles d'ablettes, très volatil (F. 80°-81°), et dont la composition centésimale correspond à celle d'une *dihydrazocétazine de la vinyléthylcétone*, $C^{10}H^{24}N^{6}$, c'est-à-dire à la cétazine normale ayant fixé une molécule d'hydrazine sur chaque double liaison; ceci n'a rien de surprenant, ces doubles liaisons se trouvant en $\alpha\beta$ par rapport aux carbonyles électronégatifs.

Cette étude montre donc nettement qu'il ne faut pas compter sur la déshydratation catalytique des alcoylglycérines pour obtenir les homologues supérieurs de l'acroléine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Doubles décompositions, en milieu aqueux, entre des acétylures métalliques et des sels.* Note [1] de M. **J.-F. Durand**, présentée par M. Paul Sabatier.

1. Le *carbure de calcium* réagit sur les solutions aqueuses d'un grand nombre de sels métalliques, en donnant les acétylures correspondants et un sel soluble de calcium.

A cette réaction se superpose naturellement l'action de l'eau sur le carbure de calcium : il se dégage de l'acétylène et la chaux formée réagit sur le sel métallique dissous pour donner un précipité d'hydroxyde.

a. Une solution aqueuse de *chlorure cuivrique*, traitée par le carbure de calcium, donne un précipité dont la composition répond à un mélange des corps soulignés dans les équations suivantes :

$$C^2Ca + CuCl^2 \rightarrow \mathbf{C^2Cu} + CaCl^2;$$
$$C^2Ca + 2H^2O \rightarrow \mathbf{Ca(OH)^2} + C^2H^2;$$
$$Ca(OH)^2 + CuCl^2 \rightarrow \mathbf{Cu(OH)^2} + CaCl^2.$$

Ce précipité, agité avec de l'acide acétique dilué qui dissout les deux hydroxydes, laisse un résidu foncé constitué par de l'*acétylure cuivrique* à peu près pur, C^2Cu, corps déjà connu.

---

(1) Séance du 8 octobre 1923.

b. Une solution aqueuse de *chlorure mercurique* permet d'obtenir, dans les mêmes conditions, l'*acétylure mercurique*, C^2Hg, corps déjà connu.

c. Une solution aqueuse de *nitrate d'argent* donne par le même procédé un précipité explosif. Mais on ne peut rien conclure de cette expérience, car l'acétylène libre précipite déjà, comme on sait, le nitrate d'argent sous forme d'une combinaison explosive : $C^2Ag^2, AgNO^3$.

d. Une solution aqueuse d'*acétate neutre de plomb*, traitée par le carbure de calcium, donne un précipité blanc grisâtre qui, même après un mois de séjour dans l'eau ou à l'air libre, donne, par l'action de l'acide chlorhydrique, un dégagement d'acétylène pur (1).

Il s'est donc formé un acétylure de plomb — inaltérable, à froid, à l'air et dans l'eau — suivant l'une des deux équations :

$$C^2Ca + Pb(C^2H^3O^2)^2 \rightarrow C^2Pb'' + Ca(C^2H^3O^2)^2;$$
$$2C^2Ca + 2Pb(C^2H^3O^2)^2 \rightarrow (C^2)^2Pb^{IV} + Pb + 2Ca(C^2H^3O^2)^2.$$

La seconde équation serait plus conforme au rôle habituel du plomb, constamment quadrivalent dans ses dérivés organométalliques. Toutefois, comme le précipité, broyé longuement avec du mercure, ne lui cède pas de plomb, et qu'il est insoluble dans tous les solvants organiques, on doit conclure que la réaction se produit suivant la première équation.

Cet acétylure de plomb est le premier corps connu où le plomb, *lié directement au carbone*, reste bivalent.

D'après le volume d'acétylène dégagé, on conclut que le précipité, dans les cas les plus favorables, contient un quart environ de sa masse en C^2Pb.

e. Des solutions aqueuses de *chlorures ferreux*, *nickeleux*, *cobalteux* et *manganeux* donnent, dans les mêmes conditions, des précipités contenant les acétylures correspondants, qui sont stables, à la température ordinaire, en présence de l'air et de l'eau et dégagent de l'acétylène sous l'action de l'acide chlorhydrique : ils n'avaient jamais été obtenus.

2. L'*acétylure mercurique*, C^2Hg, donne rapidement, à froid, avec une solution aqueuse de nitrate d'argent, de l'*acétylure d'argent;* il ne réagit pas sur une solution de chlorure ou de nitrate cuivrique. Au contact d'une solution de nitrate mercureux, préparée avec les précautions nécessaires, il donne immédiatement un précipité gris d'*acétylure mercureux*.

3. L'*acétylure cuivreux*, C^2Cu^2, réagit instantanément sur une solution

(1) Le gaz dégagé contient seulement un peu de CO^2, provenant de la carbonatation à l'air de la chaux éteinte.

aqueuse de nitrate d'argent, en formant un précipité explosif, mélange d'argent et d'acétylure d'argent, tandis que du nitrate cuivrique passe en solution. On a les réactions :

$$C^2Cu^2 + 2AgNO^3 \rightarrow C^2Ag^2 + Cu^2(NO^3)^2;$$
$$Cu^2(NO^3)^2 \rightarrow Cu + Cu(NO^3)^2;$$
$$Cu + 2AgNO^3 \rightarrow 2Ag + Cu(NO^3)^2;$$

Au total :

$$C^2Cu^2 + 4AgNO^3 \rightarrow C^2Ag^2 + 2Ag + 2Cu(NO^3)^2.$$

Avec une solution de nitrate mercureux, il donne immédiatement un précipité d'*acétylure mercureux* et de mercure libre :

$$C^2Cu^2 + 4Hg(NO^3) \rightarrow C^2Hg^2 + 2Hg + 2Cu(NO^3)^2.$$

4. L'*acétylure cuivrique*, C^2Cu, donne, avec le nitrate d'argent, de l'*acétylure d'argent*; avec le nitrate mercureux, de l'*acétylure mercureux*.

5. L'*acétylure d'argent*, C^2Ag^2, ne réagit pas sur les solutions aqueuses des nitrates cuivrique, mercureux et mercurique.

Les réactions décrites ci-dessus peuvent être résumées par le schéma suivant, dans lequel ont été soulignées les formules des acétylures nouveaux :

C^2Ni C^2Co C^2Mn

C^2Fe ← C^2Ca → C^2Pb

C^2Cu → C^2Hg^2 ← C^2Hg

C^2Cu^2

C^2Ag^2

On observera sur ce schéma que, lorsqu'on a transformé l'un des acétylures explosifs en un autre acétylure, on ne peut plus le reproduire par l'action de solutions salines.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une cause d'erreur dans le procédé de Jodlbauer pour le dosage de l'azote total.* Note de M. **Jean Bordas**, transmise par M. L. Maquenne.

Le procédé Kjeldahl, modifié par Jodlbauer [1], peut servir à doser l'azote total dans les engrais, y compris l'azote nitrique. Son principe est le suivant : transformation du nitrate en nitrophénol par l'acide phénol-sulfonique, puis réduction du nitrophénol en aminophénol au moyen de la poudre de zinc. On attaque alors par l'acide sulfurique concentré à l'ébullition selon Kjeldahl.

Divers auteurs ont reconnu que, dans des cas mal spécifiés, les résultats obtenus par cette méthode sont notablement trop faibles. C'est ainsi que sur un engrais composé renfermant à la fois un nitrate et du cuir nous avons trouvé les chiffres d'azote suivants :

		Pour 100.
Azote total (Jodlbauer)		7,79
Azote organique et ammoniacal	4,01	8,29
Azote nitrique (Schlœsing)	4,28	
Azote total (méthode Desvarda et Kjeldahl sur le résidu)		8,30

Et sur des produits de composition connue, cuir et nitrate de potasse pur :

			Pour 100.
Cuir seul (Jodlbauer, moyenne de trois dosages)			7,54
NO^3K pur (Desvarda et Jodlbauer, en moyenne)			13,78
1g cuir + 0g,5 NO^3K (Jodlbauer, deux essais, moyenne)			9,30
Même mélange	Azote organique, après expulsion du nitrate.	5,04	9,64
	Azote nitrique	4,60	

Ces essais confirment que la méthode Jodlbauer se trouve en défaut et donne un chiffre trop faible dans le cas d'un engrais contenant à la fois du cuir et un nitrate.

Nous avons alors mélangé successivement au nitrate (NO^3K pur) les éléments qui constituent le cuir : la peau et le tannin. Nous sommes ainsi arrivé aux résultats suivants :

---

(1) *Chem. Centralbl.*, 1886, p. 433.

	Azote total pour 100.
Poudre de peau sur 0g,5 (Kjeldahl)	16,26
Tannin sur 1g (Kjeldahl)	0,00
0g,5 peau + 0g,5 nitrate (Jodlbauer)	15,08
Calculé	15,02
1g tannin + 0g,5 nitrate (Jodlbauer, deux essais)	12,80
Calculé	13,78

C'est donc le tannin et non la substance dermique qui fausse le dosage.

En mélangeant le nitrate de potasse pur avec différents polyphénols et en appliquant le procédé de Jodlbauer on observe les faits suivants :

1° Avec des polyphénols à propriétés réductrices, il y a une perte d'azote très sensible. Au lieu de trouver la teneur de 13,78 pour 100 qui correspond au nitrate, nous sommes arrivé aux chiffres suivants pour 1g de matière.

12,00 et 12,07 avec le pyrogallol,
12,20 avec l'hydroquinone,
11,50 avec la pyrocatéchine.

2° Avec la résorcine, diphénol non réducteur, on trouve 13,80, nombre pratiquement exact.

Par conséquent, quand on applique le procédé de Jodlbauer au dosage de l'azote total dans un engrais complexe à base de cuir et de nitrate, la fonction phénol du tannin (pyrogallol ou pyrocatéchine) agit sur le nitrate par réduction et provoque une perte d'azote; d'ailleurs nous avons pu observer la formation de vapeurs rutilantes quand on mélange l'engrais nitraté contenant du cuir ou du tannin avec l'acide phénol-sulfonique, avant même d'ajouter l'acide sulfurique concentré.

Avec le cuir chromé les résultats fournis par la méthode Jodlbauer sont sensiblement exacts.

Conclusion. — Avant d'employer le procédé de Jodlbauer pour le dosage de l'azote total dans un engrais complexe il sera nécessaire, au préalable, de s'assurer que celui-ci ne renferme pas des matières tanniques.

Dans ce cas, il conviendrait d'utiliser pour le dosage de l'azote total, soit la méthode de Dumas, soit celle de Salle ou encore celle de Desvarda (procédé par réduction en milieu alcalin), suivie d'une attaque au Kjeldahl pour doser l'azote restant dans le résidu de la distillation.

La cause d'erreur signalée doit être prise en considération pour l'analyse des végétaux contenant à la fois du tannin et des nitrates (Borraginées par exemple).

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les plans de Grandjean.* Note de M. P. Gaubert.

M. F. Grandjean a découvert un phénomène très intéressant que montrent certains cristaux liquides optiquement négatifs, obtenus dans une fente de clivage de mica ou de tout autre minéral. L'axe optique du liquide biréfringent est alors perpendiculaire à la lame de clivage. Dans les parties les plus étroites de la fente, on voit des bandes parallèles, dues à l'existence de gradins, dont les bords rappellent les courbes de niveau par leur régularité. M. Grandjean explique ce fait en admettant l'existence de plans équidistants dans le liquide biréfringent et parallèles à la lame de clivage.

La distance de ces plans serait très faible : 188 millimicrons au moment où le cyanbenzalaminocinnamate d'amyle se solidifie et 218 quand il devient isotrope.

Le même phénomène se produit avec tous les procédés permettant d'obtenir une couche liquide dont la section forme un angle excessivement aigu.

Ayant repris l'étude de ce phénomène à l'occasion d'un travail sur les cristaux mixtes liquides, j'ai fait diverses observations parmi lesquelles il y a à signaler les suivantes.

1° Un mélange de cyanbenzalaminocinnamate d'amyle et de *p*-anisalamidoazotoluol donne une phase liquide optiquement négative, montrant de larges bandes. Si le second corps existe en assez grande quantité, il n'y a pas de couleurs réfléchies et les bandes ne sont visibles qu'entre les nicols croisés. Fréquemment les gradins sont couverts d'une couche très mince de matière plus brune que le mélange et provenant peut-être de l'altération de ce dernier sous l'influence de la chaleur. Ce qui est remarquable c'est que cette matière est régulièrement répartie sur la largeur des gradins. Elle est plus abondante près du gradin le plus élevé que près de celui qui est au-dessous. Par conséquent, cette matière met en évidence l'existence des gradins qui sont ainsi visibles à l'aide d'une loupe, sans qu'il y ait des teintes réfléchies.

2° Du cyanbenzalaminocinnamate d'amyle, pur ou mélangé à une matière étrangère convenable pour augmenter la largeur des bandes et la surfusion, est fondu dans une lame de clivage de mica. Dans la préparation, il peut exister, par suite de l'imperfection des deux plans de clivage, de petites masses de forme lenticulaire. La phase liquide optiquement négative étant produite, on voit au sommet de la lentille une plage homogène plus ou moins circulaire entourée d'anneaux concentriques, correspondant aux

gradins, les plus éloignés étant formés là où le liquide a par conséquent l'épaisseur la plus faible. Dans une expérience, à la température ordinaire, il y avait huit anneaux ou bandes entourant une plage de un demi-millimètre de diamètre. La lame est chauffée plus ou moins rapidement avec un petit bec de gaz placé au-dessus du polariseur. La plage centrale se rétrécit graduellement, finit par disparaître, puis est remplacée par l'anneau voisin; cette nouvelle plage disparaît à son tour pour faire place à une autre formée par conséquent par le second anneau. Il ne reste donc que six anneaux au moment où le liquide devient isotrope. Par refroidissement le phénomène inverse se produit, la première plage centrale et les huit anneaux qui l'entouraient au début réapparaissent. L'expérience peut être répétée un grand nombre de fois et, comme le chauffage et le refroidissement peuvent être réglés, le déplacement rapide des anneaux offre un phénomène très curieux à observer.

Dans une autre expérience, il y avait quatre anneaux entourant une plage centrale placée au sommet de la masse lenticulaire, à la température ordinaire. Le chauffage en fait disparaître un avant d'arriver à obtenir la phase isotrope.

3° Du cyanbenzalaminocinnamate d'amyle et du propionate de cholestérine purs sont fondus côte à côte dans une fente de clivage de mica, les deux liquides arrivant au fond de la fente sans se mélanger et leur plan de séparation étant à peu près perpendiculaire au fond de la fente. Le cyanbenzalaminocinnamate offre de belles bandes, alors que le propionate n'en donne que mélangé à certaines matières étrangères (G. Friedel).

Les bandes du cyanbenzalaminocinnamate, d'abord parallèles au fond de la fente, se recourbent au voisinage du propionate et deviennent parallèles à la ligne de séparation des deux liquides. Leur épaisseur augmente donc à mesure qu'elles s'éloignent du fond de la fente. J'ai constaté que dans un cas la bande extérieure avait acquis une épaisseur 11 fois plus grande.

C'est ce qui se produit au début, mais si l'on chauffe longtemps, les deux liquides se mélangent plus ou moins dans le voisinage du plan de séparation primitif et alors le propionate donne aussi des bandes.

Au lieu de propionate on peut prendre toute autre substance donnant des cristaux liquides, soit positifs, soit négatifs. Les résultats sont à peu près les mêmes.

Des observations précédentes on peut conclure que :

1° Les molécules n'ont pas la même orientation sur toute la largeur des bandes, puisque la matière étrangère, d'abord dissoute dans le liquide iso-

trope, se sépare en quantité inégale sur cette largeur. Cette hypothèse est appuyée par le fait que la couleur réfléchie varie aussi suivant la même direction.

2° Le nombre des bandes ou gradins pour une couche d'épaisseur déterminée n'est pas fixe, il diminue avec la température.

3° L'épaisseur du liquide correspondant à la même bande peut être variable.

L'existence de plans équidistants rend bien compte, d'après M. Grandjean, de la production des teintes réfléchies [1], mais elle n'explique pas les deux derniers faits qui semblent indiquer que le phénomène est plutôt dû à une cause superficielle qu'à la structure du liquide biréfringent. Il s'agit peut-être d'un effet dû à la contraction du liquide isotrope passant à la phase biréfringente, fait qui serait mis en évidence par les propriétés singulières des cristaux liquides biréfringents optiquement négatifs (orientation des molécules perpendiculairement à la couche liquide, teintes réfléchies, pouvoir rotatoire), permettant de voir les gradins dus à la contraction.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur une forme de volcanisme latent en relation avec les tremblements de terre et les raz de marée. Reproduction expérimentale d'un raz de marée.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. Pierre Termier.

On désigne en général sous le nom de volcanisme l'action souterraine de gaz et vapeurs dont la pression est capable de remonter jusqu'à la surface de la Terre des matières en fusion : en raison de l'altitude de certains cratères, on ne peut expliquer l'arrivée des laves que si elles sont à l'état d'émulsion dans la cheminée volcanique. Une forme atténuée de volcanisme se constate dans les salses, volcans de boue et geysers. Il semble que la notion de volcanisme doive être étendue même aux cas où la pression interne des gaz et vapeurs est incapable d'amener à la surface un fluide interne quelconque et où la température est inférieure à celle de la fusion des roches.

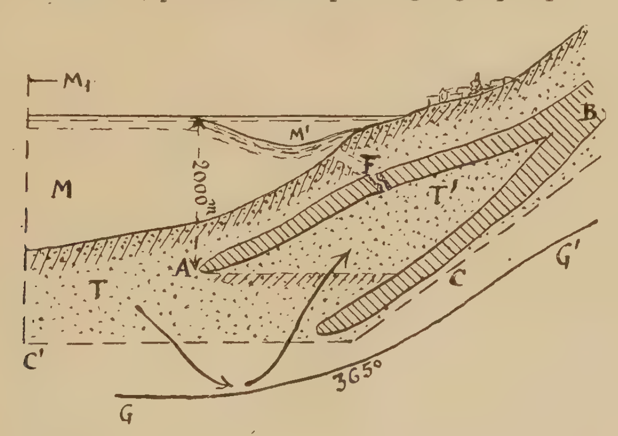
Sans s'arrêter au cas de l'épanchement interne des laccolithes, on peut chercher les effets à la surface d'un volcanisme interne sans bouches exté-

---

[1] F. Grandjean, *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 71. — Voir aussi G. Friedel, *Ann. de Physique*, 9e série, t. 18, 1922, p. 273-474.

rieures : tel semble être le cas du cataclysme du Japon où le tremblement de terre a été accompagné de raz de marée.

Ces phénomènes ne se produisent que près des côtes instables par la raideur de leurs versants ou des fosses marines voisines. Les tremblements de terre ondulatoires ou non ne produisent que des différences de niveau instantanées de quelques décimètres : si une côte sous-marine ne subissait qu'une oscillation de cette amptitude, elle ne pourrait produire sur la mer une vague de 20^{m} à 50^{m} de hauteur, comme on en constate dans les raz de marée. En outre on ne comprendrait pas que le raz de marée débute toujours par un retrait de la mer, étant en général précédé par un faible tremblement de terre et suivi par une ou plusieurs fortes secousses. La faible profondeur (10^{km} à 15^{km}) mesurée pour les hypocentres semble bien indiquer que la température interne ne dépasse pas 300° à 450° dans les couches d'où partent les secousses. Il ne s'agit donc pas d'un volcanisme igné, mais d'un *volcanisme hydrique* et l'on peut remarquer que la température critique de l'eau (où l'eau est en vapeur quelle que soit la pression) est de 365°, c'est-à-dire de l'ordre de celle qui existe à la profondeur des hypocentres. Enfin le bruit souterrain qui précède une secousse sismique ne dure que quelques secondes, ce qui confirme la faible distance (de l'ordre de 10^{km}) de l'origine du séisme qui se propage à la surface avec une vitesse de $3^{km},8$. On sait d'ailleurs que les surfaces isogéothermiques sont dans la croûte, près de la surface, parallèles au profil géographique.



La figure représente en coupe une côte escarpée où des couches AB, CB de roches éruptives imperméables à l'eau sous pression séparent des couches perméables TT'. Soit GG' la couche isothermique de 365°. Si un léger mouvement du sol facilite la descente dans la couche CC' de l'eau marine, celle-ci

entrera en vapeur avec une densité maxima de 0,33 sous la pression 194^{atm} (pression critique). Cette vapeur montera réchauffer les couches T′ et en vaporiser l'eau d'imprégnation. Si les couches imperméables AB, CB ne sont pas concourantes, la vapeur montant vers le continent le long de AB y déterminera des phénomènes de volcanisme externe, ainsi que je l'ai indiqué dans mes Notes antérieures [1].

Si au contraire les couches AB, CB sont concourantes, et ferment toute issue vers B à la vapeur, l'espace ABC se remplit jusqu'en AC de vapeur sous pression. La couche AB tend à se soulever et à se fissurer : car si la fissure se produit en F à 1000^{m} de profondeur, la différence des pressions interne et externe peut atteindre 100^{atm}. Plusieurs cas peuvent se produire :

1° La fissure F s'ouvre progressivement, produisant un faible tremblement de terre; l'eau marine condense lentement la vapeur qui passe en F ou qui se trouve dans la couche T′.

2° La fissure F s'ouvre brusquement avec explosion vers l'extérieur, produisant un soulèvement de la côte et de la mer; mais par un mouvement inverse de descente, la fissure F peut être bouchée presque entièrement, ce qui empêchera l'eau de condenser le reste de vapeur située en T′.

3° Mais le plus souvent la fissure F de grande dimension livrera passage à une masse d'eau froide qui, venant condenser subitement le volume T′ de vapeur, produira un coup de bélier en B, d'où un violent trenblement de terre sous la côte. En même temps l'eau aspirée rapidement au fond de la mer en M′ détermine un brusque retrait de la mer suivi d'un raz de marée et des vagues consécutives.

Ainsi le raz de marée précédé par une secousse assez faible sera suivi d'un violent tremblement de terre sans que rien à la surface ne laisse soupçonner l'action souterraine de la vapeur, si bien qu'on pourra classer ce séisme parmi les tremblements de terre tectoniques, alors qu'il s'agit en réalité d'un effet de volcanisme hydrique latent qui peut d'ailleurs se répéter plusieurs fois.

Il était intéressant de pouvoir reproduire expérimentalement un raz de marée. Soit MCC′ (trait discontinu) un bassin contenant de l'eau en M, du sable en TT′ et une ardoise AB appuyée en B sur le fond. On chauffe la paroi CC′ : la vapeur remplit la capacité T′ chassant l'eau interposée dans le sable; on voit alors monter lentement le niveau de l'eau en M_1. Mais quand la vapeur cherche à passer en A sous l'ardoise, elle rencontre une

---

[1] *Comptes rendus*, 25 avril et 7 août 1916.

masse d'eau froide qui la condense faisant baisser subitement le niveau dans le bassin d'expérience exactement comme le niveau de la mer commence par baisser dans le raz de marée. Au moyen d'un tube de caoutchouc relié à un tube en V, on peut d'ailleurs mesurer la pression d'abord croissante en T', puis s'annulant subitement avec un choc final correspondant au coup de bélier du tremblement de terre.

A condition de renouveler l'eau froide en M, l'expérience peut reproduire indéfiniment le raz de marée : dans la nature, si les raz de marée ne sont pas périodiques et plus fréquents, c'est que les fissures se bouchent par les tremblements de terre et que la perméabilité des couches sous-marines s'atténue.

SISMOLOGIE. — *Sur les tremblements de terre observés en France au cours de l'année* 1922. Note de M. **E. Rothé**, présentée par M. Bigourdan.

D'après les renseignements macrosismiques parvenus jusqu'ici au Bureau central sismologique français, 14 tremblements de terre à secousses multiples ont été ressentis en France en 1922; ce nombre dépasse notablement la moyenne généralement observée.

Région des Pyrénées. — C'est encore la région des Pyrénées qui offre le chiffre le plus élevé.

Le 21 janvier, à 1^h du matin [1], vallée de l'Agly, et en particulier Saint-Paul-de-Fenouillat;

Nuit du 9 au 10 août, de 22^h30^m à 23^h et ensuite de 0^h à 1^h dans le même bassin;

Le 10 septembre, faibles secousses successives au même endroit pouvant être considérées comme « prémonitoires » du phénomène suivant beaucoup plus important;

Le 23 septembre, à 1^h54^m, un séisme embrassant tout le Roussillon a atteint les degrés V-VI; une panique s'est produite à Saint-Paul-de-Fenouillat; à la même heure, on ressentait dans le Tarn et l'Hérault une secousse atteignant le degré IV dans la vallée de l'Agoût jusqu'à Castres. Ce séisme a donné lieu aux inscriptions suivantes dans les observatoires :

---

[1] Sauf indication spéciale, les heures indiquées sont les heures légales.

		Heure de Greenwich.
		h m s
Marseille	P	0.54.22
	S	0.54.52
	M	0.55
	F vers	1
Besançon	e	0.56.21
	F vers	1. 0
Puy-de-Dôme	e	0.54.40
Strasbourg	e	0.57.24
	eS?	0.57.48
	F	1. 1
Paris Parc-Saint-Maur	e	0.58
	F	1. 1

Le 1er août, à $3^h 30^m$, secousse de faible importance dans les Basses-Pyrénées, à Ogeu et à Oloron-Sainte-Marie;

Le 17 novembre, à $21^h 10^m$, secousse de degré III signalée dans la haute Ariège.

On peut donc distinguer au moins six secousses différentes de diverses importances dans la région pyrénéenne.

Région du Sud-Est. — Le 5 avril, à $17^h 28^m$, tout le Sud-Est a été intéressé par un séisme de degré III-IV à Nice et Grasse dans les Alpes-Maritimes, de degré IV à Callian et de degré III à Claviers et Lorgues dans le Var.

Comme en 1920, c'est la haute vallée de la Durance qui paraît limiter la zone nettement macrosismique, mais il s'agit cette fois d'nn séisme local, aucun renseignement positif n'étant parvenu de l'Office italien. Le séisme a été inscrit par le sismographe de Marseille :

P	$16^h 28^m 12^s$ (h. Greenw.)
S	$0^h 28^m 29^s$ »
F	$0^h 29^m 45^s$ »

La distance calculée par la différence S — P est de 100^{km} et correspond bien à la région niçoise; c'est à l'instabilité des Alpes-Maritimes qu'il y a lieu de rattacher cette secousse.

Les Basses-Alpes sont le siège de plusieurs tremblements (degré III au maximum :

Le 30 janvier, à $6^h 25^m$ du matin, secousse à Digne;

Le 3 février, à $4^h 40^m$, nouvelle secousse à Digne et dans les localités voisines;

Le 12 septembre, très faible secousse à la Motte-du-Caire;

Le 27 octobre, la vallée de la Vésubie (Alpes-Maritimes) a été faiblement secouée à 15^h48^m par un phénomène très local : des oscillations, accompagnées de bruit, ont été constatées principalement à La Bollène-Vésubie et à Roquebillière.

Région de l'Est. — Le 25 juillet 1922, une secousse de degré IV fut ressentie à Montluel, au nord-est de Lyon, vers 17^h30^m.

L'enquête faite au camp de la Valbonne a montré que le phénomène d'intensité maximum à Montluel, localité entourée de terrasses d'épaisseurs diverses et de cônes de transition, s'est propagé dans tout le terrain compris entre Montluel, Ballan, Saint-Maurice-de-Gourdans et la Valbonne.

Région du Centre. — Le tremblement de terre du 12 octobre 1922, dans le département de la Creuse, est un des plus importants de l'année (entre 22^h30^m et 22^h45^m. Trois secousses de plusieurs secondes ont été ressenties dans tout l'arrondissement de Guéret, une partie des arrondissements de Boussac, de Bourganeuf, dans l'arrondissement de la Châtre et le canton de Saint-Sulpice-les-Feuilles (Haute-Vienne).

L'intensité de ce séisme a paru la plus violente à Dun-le-Palleteau (degré V); la surface pléistosiste de degré V englobe Dun, Chapelle-Baloue et Bussière-Dunoise, régions formées de roches cristallophylliennes, gneiss, micaschistes avec des failles dont l'une est parallèle à la vallée de la Creuse.

Il n'a été tenu compte ici que des phénomènes reconnus certains après enquête des préfectures et des correspondants [1]. Plusieurs prétendus séismes, confondus avec des explosions, des glissements dus aux eaux ou n'ayant pas une origine sismique, ont été éliminés de la liste précédente à la suite des enquêtes faites.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Joncacées. Développement de l'embryon chez le* Luzula Forsteri *DC.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. Léon Guignard.

La cellule apicale du proembryon bicellulaire (*fig.* 1, 2) se divise longitudinalement avant que la cellule basale ne se segmente transversalement.

---

[1] L'étude détaillée de tous ces phénomènes et les références des correspondants et des témoins paraîtra dans un autre Recueil.

Les deux éléments supérieurs juxtaposés de la tétrade (*fig.* 3) se séparent ensuite par des parois méridiennes pour donner naissance à quatre cellules-quadrants régulièrement disposées dans un plan horizontal. Peu après, la cellule intermédiaire, *m* (*fig.* 4), se cloisonne verticalement pour donner deux éléments juxtaposés; un peu plus tard, la cellule inférieure, *ci*, se divise, à son tour, transversalement, en deux cellules superposées, *n* et *n'* (*fig.* 5). La tétrade et le proembryon octocellulaire s'édifient donc, chez le *Luzula*, conformément aux règles générales qui président à la construction des mêmes formes proembryonnaires chez la plupart des Angiospermes. On doit cependant faire observer que les divisions de la cellule apicale précèdent toujours celles de la cellule basale. Le proembryon octocellulaire se partage en quatre étages : *q*, *m*, *n* et *n'*; *q* donne naissance aux deux parties, cotylée et hypocotylée; *m* engendre les initiales de l'écorce et celles de la coiffe; *n* donne la portion culminante de la coiffe et *n'* un court suspenseur.

Les quatre quadrants qui composent l'étage *q* prennent des cloisons nettement tangentielles (*fig.* 6, 7) qui séparent d'emblée les quatre premières cellules de dermatogène. Ce mode de segmentation des quadrants constitue la particularité la plus intéressante de l'histoire embryogénique du *Luzula*. Il n'a encore été observé en aucun cas une différenciation aussi précoce de l'épiderme. Ainsi, il ne se forme pas d'octants; néanmoins, après apparition des premières parois radiales dans les quatre cellules de dermatogène et des premières cloisons transversales dans les quatre cellules intérieures (*fig.* 8, 9, 10), l'étage *q* se montre divisé en deux nouveaux étages qui peuvent être désignés par les lettres *l* et *l'*. L'étage *l* engendre la partie supérieure du cotylédon; ses cellules sous-épidermiques se segmentent en tout premier lieu par des parois verticales parallèles aux premières parois méridiennes (*fig.* 10, 11); à ces parois succèdent bientôt des cloisons transverses dans les cellules circumaxiales, de sorte que, à droite ou à gauche de la coupe longitudinale, on distingue sous l'épiderme deux cellules de périblème et une cellule centrale qui contribue à la formation du méristème vasculaire du cotylédon. Quelquefois, la première cellule sous-épidermique se segmente d'abord horizontalement (*fig.* 13); il se forme ensuite des parois verticales dans la cellule inférieure ainsi engendrée, de manière à donner naissance, comme précédemment, à deux cellules de périblème et à une cellule de plérome cotylédonaires.

L'étage *l'* comprend à l'intérieur de l'épiderme quatre cellules circumaxiales qui se segmentent d'abord longitudinalement pour séparer les premiers éléments de périblème et de plérome (*fig.* 10). Aux parois longitudinales succèdent des cloisons transversales qui font apparaître dans cette région deux assises très nettes (*fig.* 11 à 14); l'assise supérieure donne naissance à la partie basale du cotylédon, l'assise inférieure engendre l'hypocotyle et le cône végétatif de la tige. Au moment où se produit la dépression latérale marquant la séparation du cotylédon et de l'hypocotyle, l'assise supérieure se compose de trois à cinq et l'assise inférieure de deux à trois nouvelles assises cellulaires. La différenciation simultanée du cotylédon et du cône végétatif de la tige

résulte nettement d'un arrêt dans les segmentations tangentielles de certaines cellules du périblème (*fig.* 19).

Les étages *m*, *n*, *n'*, au point de vue de leurs processus de segmentation et de leurs destinées, sont tout à fait comparables aux étages *o*, *h* et *s* qui ont été déjà distingués

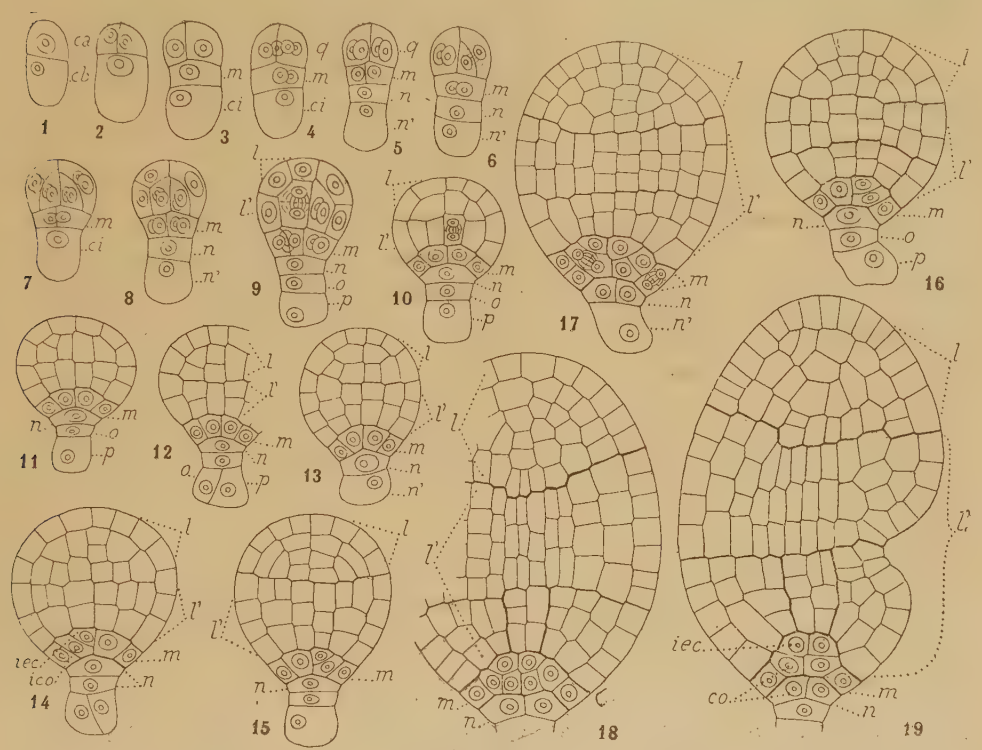


Fig. 1 à 19. — *Luzula Forsteri* DC. — Développement de l'embryon jusqu'au moment de la différenciation du cotylédon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m*, cellule intermédiaire, et *ci*, cellule inférieure de la tétrade; *q*, quadrants; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci*; *o* et *p*, cellules-filles de *n'*; *l* et *l'*, les deux subdivisions de l'étage *q*; *iec*, initiales de l'écorce au sommet radiculaire; *ico*, initiales de la coiffe; *co*, coiffe. G. : 390.

au sujet du *Sagittaria sagittæfolia* (1). Si l'on désigne sous le nom d'*hypophyse* le massif cellulaire qui fournit les initiales de l'écorce et la coiffe, l'hypophyse tire son origine, chez le *Luzula*, des deux étages *m* et *n*. Le suspenseur se montre parfois uniquement constitué par la cellule *n'*; le plus souvent cette cellule se segmente transversalement (*fig.* 10), quelquefois longitudinalement ou obliquement (*fig.* 12).

L'embryon du *Luzula Forsteri* représente un type nouveau du développement qui peut être caractérisé : 1° par le mode de segmentation des quadrants et la différenciation extrêmement précoce de l'épiderme; 2° par

(1) R. Souèges, *Embryogénie des Alismacées. Différenciation de l'extrémité radiculaire chez le* Sagittaria sagittæfolia *L.* (*Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 49).

le retard des divisions dans la cellule basale; 3° par les destinées des différents étages du proembryon. On peut tout particulièrement signaler le rôle dévolu à l'étage *m* qui, chez le *Luzula*, engendre les initiales de l'écorce et celles de la coiffe, tandis que, chez les Liliacées[1], il donne l'hypocotyle et le cône végétatif de la tige.

Par les destinées de la cellule apicale du proembryon bicellulaire, aux dépens de laquelle se développe l'embryon proprement dit, le *Luzula* se rapproche des Dicotylédones des types *Myosurus* et *Veronica*.

Marcellin Laurent[2], qui a étudié en 1904 le développement de l'embryon chez les *Luzula*, n'a pas su observer la formation des quadrants ni leur mode de division; faute de préparations suffisamment démonstratives, il n'a pu établir par quels processus réguliers de segmentation s'édifient les différentes parties de l'embryon proprement dit.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des blessures des feuilles sur la production de substance sèche chez les plantes vertes.* Note de M. V. **Lubimenko**, présentée par M. M. Molliard.

De nombreuses recherches sur la photosynthèse ont montré que l'énergie assimilatrice varie, dans les mêmes conditions extérieures, suivant l'espèce de plantes. On attribue ordinairement cette variabilité spécifique à la différence quantitative de chlorophylle renfermée dans les feuilles des diverses espèces. Mais les résultats obtenus par mes expériences antérieures, confirmés récemment par M. R. Willstätter, ont mis en évidence que l'énergie assimilatrice n'est pas proportionnelle à la qnantité de chlorophylle et que, d'une façon générale, le pigment vert surabonde dans les feuilles de la plupart des plantes.

Dans les conditions naturelles l'énergie assimilatrice spécifique provoque la variabilité dans la croissance et la production de substance sèche, la variabilité bien connue grâce à la culture artificielle de diverses plantes et directement prouvée par les expériences de M. Weber.

Au point de vue théorique ce fait est très intéressant car, étant donnée la très faible pression du gaz carbonique dans l'air, on pourrait supposer

---

(1) R. Souèges, *Embryogénie des Liliacées. Développement de l'embryon chez l'*Anthericum ramosum *L.* (*Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 34).

(2) M. Laurent, *Recherches sur le développement des Joncées* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 8e série, t. 19, 1904, p. 97).

que l'énergie assimilatrice doit être limitée par la quantité de ce gaz et, par conséquent, sensiblement égale chez toutes les espèces. L'intensité et la rapidité de la croissance et la production de substance sèche, si variables suivant les espèces, prouvent que ce n'est pas seulement la pression du gaz carbonique qui limite le travail photochlorophyllien, mais encore que d'autres facteurs interviennent et que ce sont précisément ces facteurs qui déterminent l'effet total de l'assimilation chlorophyllienne dans les conditions naturelles.

Pour mettre en évidence la nature de ces facteurs j'ai entrepris des expériences qui avaient comme but l'augmentation artificielle de l'énergie assimilatrice dans l'air ordinaire.

Dans ce but j'ai diminué la surface des feuilles de la plante, en les découpant, et j'ai déterminé à la fin de l'expérience la quantité de substance sèche produite par la plante ainsi opérée.

La première série d'expériences a été faite sur le *Raphanus sativus*. Les jeunes plantules obtenues des graines germées ont été sélectionnées de manière à avoir des plantes de même grandeur et de même rapidité de développement. 132 plantules ainsi sélectionnées ont été divisées en quatre lots, dont le premier servait de témoin. Chez les plantes du second lot toutes les feuilles ont été découpées de manière à diminuer de 25 pour 100 la surface totale du limbe. L'opération a été faite pour la première fois sur les cotylédons; ensuite, elle a été répétée sur toutes les feuilles après leur apparition et au moment où la grandeur du limbe de chaque nouvelle feuille était égale à peu près à un centimètre carré. La même opération a été faite sur les plantes du troisième et du quatrième lot avec cette différence que la surface du limbe de chaque feuille a été diminuée respectivement de 50 pour 100 et de 75 pour 100.

Au bout de trois semaines de culture ordinaire dans la terre, les plantes ont été enlevées du sol et soumises à une analyse détaillée. Cette analyse a montré que la croissance des feuilles chez les plantes opérées a été beaucoup plus rapide que chez les plantes témoins. La surface totale des feuilles chez une seule plante a augmenté à la fin de l'expérience dans la proportion suivante :

	Surface des cotylédons.	Surface totale des feuilles.	Augmentation.
	cm^2	cm^2	
Plantes témoins........................	1,6	92,6	58 fois.
Plantes opérées réduites de 25 p. 100...	1,2	86,8	72 »
» » 50 » ...	0,8	62,5	78 »
» » 75 » ...	0,4	40,0	400 »

On constate en même temps que la production de substance sèche atteint son maximum chez les plantes opérées appartenant au second lot. Voici le poids sec moyen d'une seule plante ainsi que la production relative de substance sèche pour l'unité de la surface de feuilles :

	Poids sec d'une plante.		Production de la substance sèche pour l'unité de la surface, p. 100.
	Absolu.	En pour 100.	
Plantes témoins.....................	0,5765	100	100
Plantes opérées réduites de 25 p. 100..	0,5934	103	110
» » 50 » ..	0,3485	60	90
» » 75 » ..	0,1956	34	79

Des résultats sensiblement les mêmes ont été obtenus dans une autre série d'expériences faites par une de mes élèves, Mlle Petelina, sur le *Lupinus luteus*. A partir du moment où les jeunes plantules commençaient à développer leurs premières feuilles, ces feuilles ont été traitées de la manière suivante : chez le premier lot de plantes une foliole a été coupée de chaque feuille, chez le second lot deux folioles, chez le troisième trois folioles et ainsi de suite; enfin, chez le dernier lot toutes les folioles ont été coupées. En répétant cette opération sur chaque feuille au moment de son apparition, l'on diminue la surface totale des feuilles de chaque plante très régulièrement. Il est intéressant de noter que toutes les plantes opérées ont donné des fleurs en même temps malgré la différence énorme dans l'accumulation de la substance sèche. C'est au moment de la pleine floraison que les plantes ont été enlevées du sol au nombre de 14 exemplaires pour chaque lot.

Voici le poids moyen sec d'une seule plante et la production de substance sèche pour l'unité de surface de feuilles :

	Plantes témoins.	Plantes opérées, privées de 1 foliole.	2 fol.	3 fol.	4 fol.	5 fol.	6 fol.	7 fol.	toutes folioles.
Poids sec absolu........	42g,36	36g,76	38g,43	42g,32	27g,39	18g,48	13g,31	4g,65	0g,48
Production de substance sèche pour 1^{dm^2}.......	1,40	1,50	1,54	1,56	1,53	1,55	1,77	1,90	"
En pour 100...........	100	107	110	111	110	111	126	136	"

On voit par ces chiffres que la production de substance sèche pour l'unité de la surface de feuilles chez les plantes opérées est supérieure à celle des plantes normales. Ce fait nous montre qu'à l'état normal la plante n'utilise pas toute la force fonctionnelle de ses feuilles même dans l'air ordinaire

et leur travail synthétique est réglé et limité par des facteurs internes. Sous l'influence de la blessure faite à la plante l'énergie de la photosynthèse augmente et cette augmentation se manifeste dans la production de substance sèche. Donc il est très probable que l'énergie du travail photochlorophyllien dans les conditions naturelles est déterminée par la vitesse de la consommation des produits organiques accumulés dans le tissu de la feuille. La blessure augmente l'énergie de la respiration et de la consommation des substances hydrocarbonées, ce qui fait augmenter à son tour l'énergie de la photosynthèse. Par conséquent, l'énergie spécifique de l'assimilation chlorophyllienne chez les diverses espèces de plantes doit être attribuée à la vitesse de la transformation des substances hydrocarbonées et non à la puissance fonctionnelle de l'appareil chlorophyllien.

PHYSIOLOGIE. — *Différenciation de la vitamine A et du facteur antirachitique.* Note de MM. **E. Lesné** et **M. Vagliano**, présentée par M. Widal.

Jusqu'en 1920, on a confondu la vitamine de croissance liposoluble A avec la vitamine antirachitique (1). Elles ont été différenciées tout d'abord par Pappenheimer, Hess et Mc Cann (2). Ces expérimentateurs ont reproduit les mêmes lésions de rachitisme chez de jeunes rats soumis à un régime rachitigène, que ce régime renferme des vitamines A ou qu'il en soit privé.

Mc. Collum, Simmonds, Backer, Shipley (3) ont apporté une nouvelle preuve démontrant la non-identité de la vitamine A et du facteur antirachitique. L'huile de foie de morue chauffée à 100° en présence d'un excès d'oxygène, et ainsi privée de vitamine A, conserve son pouvoir antirachitique : ingérée par de jeunes rats soumis à un régime rachitigène, elle les préserve du rachitisme.

Dans un travail antérieur, Wollmann et l'un de nous (4) avaient signalé que la vitamine A agit également sur la croissance qu'elle soit injectée par voie parentérale ou qu'elle soit administrée *per os*.

---

(1) Rien ne permet d'affirmer qu'il s'agit d'une vitamine, aussi faut-il mieux dire *facteur antirachitique*.

(2) *Proc. Soc. exp. Biol. and med.*, t. 18, 1920, p. 266.

(3) Johns, *Hop. Hosp. Bull.*, t. 32, 1922, p. 229.

(4) *C. R. Soc. Biol.*, 1923, p. 336.

Nous avons voulu rechercher si le facteur antirachitique est aussi actif quelle que soit la voie choisie pour l'introduire dans l'organisme. De jeunes rats ont été soumis au régime rachitigène 84 de Pappenheimer [1]; 15 jours après le début du régime ils ont reçu sous la peau à 5 jours d'intervalle trois injections de $0^{cm^3},50$ d'huile de foie de morue. Ces injections ont été bien tolérées. Les animaux ont été sacrifiés 35 jours après le début de l'expérience; leur croissance avait été normale et leur poids était passé de 30^g à 60^g et 65^g, mais tous présentaient des lésions rachitiques très marquées.

D'autres jeunes rats ont reçu sous la peau les mêmes doses d'huile de foie de morue dès le début de l'expérience, c'est-à-dire dès qu'ils étaient mis au régime rachitigène. Dans ces conditions l'huile de foie de morue n'a eu aucune influence préventive et n'a pas empêché l'apparition du rachitisme.

De ces expériences, nous pouvons donc déduire les conclusions suivantes :

Alors que l'huile de foie de morue administrée par ingestion, même à très faibles doses, exerce un rôle préventif et curatif des plus nets sur le rachitisme expérimental du rat blanc, ce médicament est inactif lorsqu'il est injecté sous la peau : dans ce cas, il ne prévient ni ne guérit le rachitisme.

Le facteur antirachitique de l'huile de foie de morue est distinct et différent de la vitamine liposoluble A. L'introduction de l'huile de foie de morue par la voie parentérale permet cette différenciation : injectée sous la peau de jeunes rats, soumis à un régime rachitigène privé de vitamine liposoluble, elle permet une croissance normale, mais est ainsi dénuée de toute action sur le rachitisme.

Le facteur antirachitique agit exclusivement par ingestion, alors que la vitamine de croissance est aussi active quelle que soit la voie d'introduction dans l'organisme.

---

(1) Régime 84 ne renfermant pas de vitamine liposoluble A.

Farine de blé................	95	pour 100.
Lactate de Ca................	2,9	»
Na Cl....................	2	»
Citrate de fer................	0,1	»

ENTOMOLOGIE. — *Sur une muscardine à* Beauveria Bassiana (*Bals.*) *Vuil. produite expérimentalement sur des abeilles.* Note de M. **F. Vincens**, présentée par M. L. Mangin.

J'ai fait récemment connaître [1] les résultats positifs obtenus par inoculation d'un *Aspergillus* à des abeilles adultes, par les voies digestives, et je signalais, à ce propos, la ressemblance existant entre l'aspect des larves et nymphes « pétrifiées » par cet *Aspergillus* et celui des larves d'autres insectes tués par la maladie connue sous le nom de muscardine. Cette similitude m'a amené à rechercher quelle serait l'action, sur des abeilles, du parasite qui produit la muscardine la mieux connue, celle du ver à soie.

Usant du même procédé que celui qui m'avait réussi avec l'*Aspergillus*, j'ai essayé la contamination d'abeilles adultes par le *Beauveria Bassiana* Bals. (Vuil.) (= *Botrytis Bassiana*). Il eût été extrêmement intéressant de faire des essais analogues sur des larves, mais, étant donné la saison où j'opérais, il ne m'a pas été possible d'obtenir du couvain dans des conditions favorables à mes expériences. Les spores du champignon ont été récoltées à la surface d'une culture sur pomme de terre, provenant d'un semis fait en juillet et très sporifère. Ces spores ont été mises en suspension dans du miel épais, donné aux abeilles à l'aide d'un abreuvoir siphoïde dont le bassin était garni d'étoupes à travers lesquelles les abeilles étaient obligées de sucer leur nourriture, ce qui réduisait au minimum les possibilités de contamination par l'extérieur. Cette méthode a été adoptée parce que mon but n'était point seulement de vérifier la possibilité du parasitisme de *Beauveria* sur les abeilles, mais aussi de voir si, comme pour l'*Aspergillus*, la contamination pourrait se produire par la seule ingestion des spores avec les aliments.

L'abeille se prête mieux que tout autre insecte à la recherche de la voie de pénétration des parasites, parce qu'elle peut être nourrie de telle sorte que sa trompe seule se trouve en contact avec les aliments. Dans les expériences faites avec des larves broyeuses, telles que larves d'altises, vers à soie, chenilles diverses, larves d'insectes xylophages, etc., qui ont servi à la plupart des essais antérieurs, on ne peut éviter que toutes les parties du corps soient plus ou moins passagèrement exposées à être souillées par les

(1) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 540.

aliments contaminés et que l'on puisse ainsi soupçonner l'infection de s'être produite à travers les téguments chitineux.

Quelle que soit la température à laquelle ont été maintenues les ruchettes dans lesquelles étaient élevées les abeilles en expériences (20°, 30° et 35°), des décès ont commencé à se produire au bout du troisième jour et se sont succédé ensuite jusqu'à la fin du sixième jour, après lequel aucune abeille nourrie au miel contaminé n'était vivante, alors qu'un petit nombre seulement de décès s'étaient montrés parmi les témoins. Il n'est donc pas douteux que le *Beauveria Bassiana* peut se comporter comme un redoutable parasite pour les abeilles.

La dissection d'abeilles mourantes a constamment montré la présence d'arbuscules mycéliens réduits et souvent sporifères dans la cavité générale de ces insectes et contre la tunique de tissu graisseux qui double intérieurement les téguments. Du mycélium se rencontre toujours également dans le tube digestif où il tapisse parfois abondamment l'œsophage, le jabot, l'intestin grêle, le rectum et, plus rarement, l'estomac lui-même. Des masses mycéliennes peuvent même obstruer l'intestin grêle de la même manière que cela a été signalé à propos des contaminations par l'*Aspergillus*.

La répartition du parasite à l'intérieur des abeilles malades rappelle étrangement celle que j'ai signalée en 1912 dans des vers à soie contaminés à l'aide de divers entomophytes, parmi lesquels figurait le *Beauveria globulifera* (Speg.) Vuil. qui est très voisin du *B. Bassiana* et que je désignais provisoirement sous le nom de *Spicaria sp.* ([1]). Le rapprochement est encore plus frappant en ce qui concerne l'aspect et la constitution des arbuscules mycéliens flottant dans la cavité générale ou appliqués contre la tunique graisseuse. Les figures que je donnais ([2]) des arbuscules produits par *B. globulifera* à l'intérieur du ver à soie représentent, tout aussi bien, ceux que l'on rencontre à l'intérieur des abeilles contaminées par le *B. Bassiana*.

Des formations semblables avaient d'ailleurs déjà été signalées en 1837, par Audouin ([3]), dans ses recherches anatomiques et physiologiques sur la muscardine du ver à soie. Audouin avait, il est vrai, obtenu ses contaminations en injectant des spores par des plaies des téguments chitineux préalablement perforés, mais la contamination d'insectes par ingestion des spores d'un champignon entomophyte, autre que des entomophtorées, a déjà été

([1]) *Soc. Hist. nat. de Toulouse*, t. 45, p. 142 et suiv.

([2]) *Loc. cit.*, fig. 8 à 10, pl. I.

([3]) *Ann. des Sc. nat.*, 2e série, t. 8.

obtenue de façon certaine par Vaney et Conte [1] qui avaient constaté une mortalité de 100 pour 100 produite en quelques jours sur des larves d'Altises nourries avec des feuilles de vignes saupoudrées de spores de *Botrytis* (*Beauveria*) *Bassiana*.

Malgré l'expérience de Vaney et Conte, l'opinion qui n'a cessé de prévaloir est que la contamination se produit à travers les téguments chitineux et non par la voie digestive, et c'est certainement à ce fait que l'on doit la plupart des échecs qui ont marqué les essais faits pour détruire les insectes nuisibles par des épidémies provoquées à l'aide des champignons entomophytes.

La mycose que j'ai artificiellement reproduite sur des abeilles, à l'aide du *Beauveria* du ver à soie, reproduit de manière remarquable les caractères extérieurs des mycoses naturelles observées sur d'autres hyménoptères.

Quelques jours après la mort de l'insecte, un mycélium blanc apparaît en arrière de chaque segment abdominal, qu'il borde postérieurement d'une frange blanche, continue. La segmentation se trouve ainsi curieusement mise en évidence par une succession régulière de bandes transversales blanches et brunes. Peu à peu, ces franges se rejoignent en même temps qu'elles s'épaississent et qu'un gazon fructifère blanc, de plus en plus dense, se forme à la surface de tout le corps que ne tarde pas à recouvrir un épais manteau blanc, à surface pulvérulente. Le cadavre de l'insecte présente alors exactement l'aspect caractéristique de la muscardine.

Le *Beauveria Bassiana* n'a jamais été signalé comme parasite des abeilles, mais, étant donnée la facilité avec laquelle ces insectes ont été contaminés dans mes expériences, il ne serait point étonnant que des cas de mycose attribués à d'autres entomophytes supposés lui soient dus ou soient dus au *B. Globulifera* plus répandu que lui et tout aussi éclectique dans le choix de ses hôtes.

Quoi qu'il en soit, il faut certainement tenir compte de la facilité avec laquelle les abeilles sont infectées par des champignons entomophytes ingérés avec les aliments, lorsque l'on songe à employer ces champignons dans la lutte contre les insectes nuisibles aux cultures. L'épandage de leurs spores sur les plantes à préserver, à l'aide de liquides sucrés destinés à en assurer l'adhérence, serait complètement à proscrire dans des régions apicoles. Des poudres renfermant ces spores et capables de souiller les fleurs fréquentées par les abeilles seraient tout aussi dangereuses pour l'apiculture.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 160.

ENTOMOLOGIE. — *Sur un agent bactérien pathogène pour les mouches communes :* Bacterium delendæ-muscæ *n. sp.* Note de MM. E. **Roubaud** et J. **Descazeaux**, présentée par M. F. Mesnil.

On ne connaissait jusqu'ici qu'un seul type de micro-organismes susceptibles d'exercer sur les mouches une action pathogène manifeste et de les détruire : ce sont les champignons entomophytes du genre *Empusa*, dont certaines espèces contribuent dans la nature à restreindre plus ou moins la pullulation de la mouche domestique et des formes voisines. Les essais culturaux tentés par différents auteurs, en particulier par Hesse, n'ont pas permis d'utiliser ces parasites mycéliens dans la pratique.

Les mouches semblaient jusqu'alors parfaitement résistantes aux actions bactériennes. Les recherches récentes de Wollman montrent qu'elles sont capables de digérer à l'état larvaire les germes les plus pathogènes pour les Vertébrés ([1]), ou qu'elles expulsent au cours de la nymphose les éléments bactériens dont on a tenté de les infecter ([2]). Après plusieurs années de recherches, nous avons cependant réussi à isoler le premier germe pouvant être considéré comme apte à déterminer chez les mouches une infection bactérienne spécifique. Il s'agit d'un coccobacille que nous dénommerons *Bacterium delendæ-muscæ* pour le différencier des autres coccobacilles d'insectes jusqu'alors signalés.

Morphologie. — Coccobacille de 1 à 2$^{\mu}$ sur 0$^{\mu}$,8 environ, mobile, non colorable par la méthode de Gram. Eléments souvent disposés par deux bout à bout, nettement ovoïdes.

Cultures. — Faciles à la température ordinaire, optimum vers 20°-22° C., nulles à 37° C.

Bouillon ordinaire : trouble après 24 heures, puis dépôt très abondant; pas de voile, parfois une légère collerette.

Gélose ordinaire : colonies blanches, grasses, arrondies, de la grosseur d'une tête d'épingle.

Sérum coagulé : colonies blanches peu abondantes.

Gélatine : cultive en aéro-anaérobie, pas de liquéfaction.

Pomme de terre, carotte : colonies blanc jaunâtre, confluentes, envahissantes.

Pomme de terre glycérinée : culture peu abondante au début, mais devenant envahissante, formant enduit visqueux.

Lait : non coagulé.

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. 36, novembre 1922, p. 790.
([2]) *Ibid.*, t. 35, juillet 1921, p. 431.

Sucres : fait fermenter les deux sucres expérimentés : glucose, lactose, surtout après 24 heures. Le milieu tournesolé se recolore après 4 à 6 jours.

Ce germe a été isolé d'une infection spontanée apparue au cours d'élevages expérimentaux chez la mouche piqueuse des écuries (*Stomoxys calcitrans*). Des stomoxes, provenant de larves développées à l'extérieur dans des fumiers de lapins, se sont également montrés infectés. Dans nos élevages en série de cette mouche, tous les sujets sont morts de l'infection après délais variant de 2 à 30 jours; la troisième génération n'a pu être dépassée.

Par *inoculation*, le germe tue en 18-24 heures les divers types de mouches expérimentés, de même que d'autres insectes (blatte, chenilles de *Galleria*). La virulence n'a pu être exaltée par les passages.

Nous avons pu reproduire l'infection *per os*, mais seulement chez les mouches (mouche domestique, mouches à viande, etc.) et en partant de l'état larvaire. Les mouches adultes ne semblent pas contracter d'infection mortelle, même en ingérant des cultures pures du bacille. Chez les mouches infectées à l'état de larves, la mortalité ne se manifeste qu'aux stades suivants: début de la nymphose (mouche à viande), fin de la nymphose (mouche domestique), après l'éclosion (Stomoxe). La maladie transmise expérimentalement donne parfois des résultats très sévères.

En dehors du *Coccobacillus acridiorum* de d'Hérelle, ce germe est le seul coccobacille d'insectes qui jusqu'à présent permette des infections expérimentales *per os*. Il est donc possible d'entrevoir son utilisation pratique dans la lutte contre les mouches. Nous poursuivons les recherches dans ce sens.

PARASITOLOGIE. — *Sur un spirochète nouveau rencontré dans le sang des malades atteints de rougeole*. Note de MM. **A.-T. Salimbeni** et **Y. Kermorgant**, présentée par M. Roux.

On a trouvé et décrit dans le sang des morbilleux diverses bactéries et même des spirilles hôtes habituels de la cavité buccale, passés dans le sang au cours de l'infection. Dans nos recherches, à part ces germes dont le rôle spécifique dans l'étiologie de la rougeole n'a jamais été prouvé, nous avons rencontré et cultivé un organisme particulier, jusqu'ici inconnu, que nous classons provisoirement parmi les spirochétidés.

Ce spirochète existe dans le sang uniquement pendant les périodes d'as-

cension thermique que l'on observe au cours de la rougeole, avant l'éruption ou pendant les premières heures. On peut le retrouver aussi dans l'urine recueillie aseptiquement par sondage de la vessie, dans les heures qui correspondent à la descente de la courbe thermique. La durée de l'élimination urinaire est très éphémère.

Ce germe, que nous avons toujours cultivé, jusqu'ici, en symbiose avec une bactérie déterminée, présente les caractères particuliers suivants : il est strictement anaérobie; il se développe très lentement à la température optima de 32° en sérum de lapin dilué au quart dans l'eau physiologique et additionné de 10 pour 100 d'extrait globulaire ; mais, une fois adapté au milieu, il semble moins fragile que les spirochètes connus et s'accommode très bien de la symbiose avec la bactérie dont nous venons de parler. Nous cherchons à déterminer en ce moment si cette symbiose est nécessaire et exclusive.

Très polymorphe dans les différentes phases de son évolution, ce spirochète se présente d'abord, dans les jeunes cultures, sous la forme de granulations microscopiques à la limite de la visibilité. Puis, peu à peu, dans les cultures âgées de 10 à 12 jours, apparaissent des spirochètes de taille d'abord infime, qui croissent ensuite assez rapidement. A ce moment, on les rencontre principalement sous deux formes : l'une droite, sans qu'il soit possible de déceler des tours de spires; l'autre spiralée, onduleuse, à spires plus ou moins rapprochées. Il existe entre ces deux aspects une série de formes de transition qu'on doit cependant rapporter au même microrganisme. La finesse des formes droites ou nettement spiralées est toujours extrême : elles sont environ de la dimension d'un dixième de micromillimètre. Leur largeur, par contre, dans les cultures en plein développement, est extrêmement variable et nous avons pu observer, dans une préparation colorée au Giemsa, un élément spiralé dépassant 300 micromillimètres.

Les spirochètes, qu'ils aient deux ou trois tours de spires (petites formes spiralées), ou de deux à quatre micromillimètres de longueur (petites formes droites); qu'ils se présentent sous forme droite traversant parfois plusieurs champs de microscope, ou bien qu'ils soient constitués par un nombre considérable de spires, finissent toujours par s'élargir, s'aplatir en prenant l'aspect d'un véritable ruban plus ou moins enroulé, d'une minceur extrême et dont la largeur peut atteindre trois à quatre micromillimètres et plus. On constate, par l'observation directe à l'ultramicroscope, que les formes rubanées se résolvent en une quantité innombrable de granules immobiles à la limite de la visibilité. Cette transformation en granules semble marquer la fin du cycle évolutif du parasite.

Les formes en granules, les petites et les grandes formes, spiralées ou droites, sont douées d'un mouvement propre assez limité d'ailleurs et qui diminue et se modifie au fur et à mesure que la taille du parasite augmente; les formes en ruban, par contre, quelle qu'en soit la longueur, sont toujours complètement immobiles.

Ce spirochète se voit très nettement à l'ultramicroscope : l'encre de Burri donne de très bonnes images; le liquide de Giemsa ne colore que certaines formes; l'imprégnation par la Largine réussit seule parmi les méthodes d'imprégnation que nous avons essayées.

Ce microbe a pu être conservé vivant en culture depuis huit mois et semble, dans les repiquages successifs, s'adapter de plus en plus au milieu nutritif.

Étant donné le polymorphisme de cet organisme au cours de ses évolutions et en tenant compte des connaissances acquises sur d'autres spirochètes, nous sommes portés à croire qu'il doit exister une phase pendant laquelle ce spirochète est particulièrement infectant.

Nous ne pouvons définir aujourd'hui le rôle que joue ce spirochète dans l'étiologie de la rougeole. L'inoculation expérimentale à un animal sensible, s'il en existe, ou, à son défaut, les réactions biologiques spécifiques nous fixeront à ce sujet.

BACTÉRIOLOGIE. — *Variation dans la morphologie et l'acidorésistance du bacille tuberculeux humain sous l'influence d'une saponine.* Note [1] de M. **Fernand Wyss.**

Nous avons ensemencé le bacille de Koch, type humain (repiqué de culture sur pomme de terre), sur un milieu liquide indiqué par Terroine et Lobstein [2] :

	g
Phosphate monopotassique	1,5
Sulfate de magnésium	1
Citrate de potassium	2
Asparagine	10
Glycérine	40
Eau distillée	1000

A ce milieu nous avons ajouté pour 10^{cm^3} 4 gouttes d'une solution de saponine dépurée (Siegfried) à 0,25 pour 100.

(1) Séance du 8 octobre 1923.

(2) *Bull. Soc. Ch. Biol.*, t. 5, n° 3, 1923.

Sur la série témoin et la série à la saponine, les voiles se sont formés dès le vingtième jour après l'ensemencement, qui avait été fait en ajoutant au milieu liquide 3 gouttes d'une émulsion de bacilles.

A l'examen microscopique les bacilles traités à la saponine sont apparus sous forme de cellules ramifiées en plasmodes, brisées par places en petits fragments granuleux; il est à noter que cette forme de ramification offre un type particulier qui n'a pas, à notre connaissance, été décrit jusqu'à présent.

Il ne s'agit pas, dans ce cas, de ramifications noueuses et de renflements terminaux en forme de massue, décrits par Metchnikoff, Klein, Fischel, Hueppe et d'autres, mais de véritables bifurcations des bâtonnets, lesquels sont d'ailleurs plus gros et plus larges que les bacilles normaux. Il s'agit en réalité d'une désarticulation du bacille de Koch en cellules plus petites ou plus longues, toutes ces cellulles étant retenues par une gaîne hors de laquelle les éléments, en fausse ramification, poussent des branches très inégales, ou se désarticulent à leur tour en formant de faux plasmodiums.

L'acidorésistance de cette nouvelle forme bacillaire a été étudiée, selon la méthode habituelle, mais en réunissant sur une même lame les frottis de microbes normaux et de microbes traités à la saponite, cela afin d'éviter les différences dans la durée de la décoloration, possibles lorsqu'on travaille avec des frottis séparés.

L'acidorésistance a été recherchée aussi sur des frottis séparés. Nous avons ainsi constaté que les bacilles traités ont une acidorésistance fortement diminuée, leur teinte étant rose clair, tandis que les normaux étaient rouge vif, ou bien les premiers étant colorés lorsque les seconds avaient une teinte rouge.

De ces recherches nous concluons donc :

Que le bacille de Koch croît sur les milieux additionnés de saponine;

Que la culture obtenue est formée de microbes altérés dans leur forme et leur acidorésistance.

De nouvelles recherches sont en cours pour déterminer de façon plus précise les conditions qui permettent ces transformations ainsi que les conséquences physiologiques et médicales que nous sommes en droit de prévoir.

A 15h40m, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 15h55m.

E. P.